Pagina mancante

[illegible]
24 . 2 . 64

Proprietà letteraria ed artistica riservata

Titolo originale:
RADIO HANDBOOK

Fifteenth Edition

Editors and Engineers - Summerland - California U.S.A.

Stampato in Italia

S.T.E.B. BOLOGNA 1961

Prefazione

Questa opera, estratta da uno dei piú noti testi americani di radiotecnica, si prefigge lo scopo di descrivere ai radiotecnici che si interessano di trasmissioni e ricezioni, le più recenti realizzazioni pratiche sviluppate in America in questo campo. Essa può considerarsi un utile complemento al Radio Handbook edito dalla nostra Casa Editrice, al quale rimandiamo il lettore per le notizie di carattere teorico.

In quest'opera vengono descritti numerosi tipi di trasmettitori - ricevitori - modulatori e alimentatori che possono essere realizzati con mezzi piuttosto semplici. Queste descrizioni, oltre a facilitare la realizzazione degli apparati illustrati, possono costituire utili punti di partenza per la realizzazione di altri tipi di apparati, più conformi alle esigenze e alle possibilità del lettore. È questo, a nostro avviso, l'aspetto più interessante di un'opera come questa, alla quale la nostra Casa Editrice si è dedicata col consueto entusiasmo al fine di fornire, ai radiotecnici italiani, un'utile guida nel loro lavoro.

LE EDIZIONI C.E.L.I.

Indice

CAPITOLO I - **Apparati mobili - Progetto e installazione** pag. 1

1-1 - Ricevitori mobili . . . . . » 1
Modifiche al ricevitore dell'autoveicolo . . . » 3
Limitatore di disturbi . . . . . » 4
Selettività . . . . . » 6
Alimentatore del convertitore . . . . . » 7
Disinserzione del ricevitore . . . . . » 8
Uso dell'alimentatore anodico . . . . . » 9
Compensatore ausiliario di antenna . . . . » 10
Riduzione del consumo di corrente . . . . . » 12
Ricezione su due metri . . . . . » 13

1-2 - Trasmettitori mobili . . . . . » 14

1-3 - Antenne per apparecchiature mobili . . . . » 16
Antenne per 10 metri . . . . . » 16
Antenna a carico centrale . . . . . » 18
Alimentazione delle antenne . . . . . » 20

1-4 - Costruzione ed installazione app. mobili . . . » 20
Circuiti di controllo . . . . . » 21
Microfoni e circuiti relativi . . . . . » 22
Dinamotore PE-103 A . . . . . » 24
Soppressione dei disturbi . . . . . » 26
Disturbi di accensione . . . . . » 27
Disturbi di rotazione . . . . . » 28
Scintillio del regolatore . . . . . » 28
Uggiolìo del generatore . . . . . » 29
Disturbi dovuti alla carrozzeria . . . . . » 29
Osservazioni varie . . . . . » 30
Localizzazione delle sorgenti di disturbo . . . » 31

CAPITOLO II - **Ricevitori e ricetrasmettitori** . . . . . pag. 32

Il ricetrasmettitore . . . . . » 34

2-1 - Componenti e circuiti . . . . . » 36

2-2 - Radioricevitore portatile per OM a transistori . » 37
Descrizione del circuito . . . . . » 37
Costruzione del ricevitore . . . . . » 39

2-3 - Adattatore con filtro meccanico a 455 kHz . . » 41
Considerazioni sulla selettività . . . . . » 43
Descrizione del circuito . . . . . » 44
Costruzione dell'adattatore . . . . . » 47
Costruzione del cavo . . . . . » 50
Montaggio dell'adattatore . . . . . » 51
Allineamento dell'adattatore . . . . . » 51
Tecnica di sintonia . . . . . » 52

2-4 - Ricevitore per bande dilettantistiche . . . . » 53
Descrizione . . . . . » 54
Costruzione del ricevitore . . . . . » 59
Modifica al selettore . . . . . » 65
Modifica alle bobine del selettore . . . . . » 65
Messa a punto del ricevitore . . . . . » 69
Funzionamento del ricevitore . . . . . » 71

2-5 - Ricetrasmettitore « Handie-Talkie » a 144 MHz . » 71
Descrizione del circuito . . . . . » 72
Costruzione del ricetrasmettitore . . . . . » 75
Montaggio del ricetrasmettitore . . . . . » 78
Allineamento del ricetrasmettitore . . . . . » 80
Allineamento finale . . . . . » 81

2-6 - Ricetrasmettitore su 6 metri . . . . . » 81
Il circuito del ricetrasmettitore . . . . . » 83
Costruzione e montaggio . . . . . » 90
Montaggio del ricetrasmettitore . . . . . » 91
Controllo del ricevitore . . . . . » 93
Completamento del trasmettitore . . . . . » 95
Messa a punto del trasmettitore . . . . . » 95
Il circuito dello strumento indicatore . . . . » 98

2-7 - Ricetrasmettitore su 28 MHz . . . . . » 98
Il circuito del ricetrasmettitore . . . . . » 99
Costruzione e montaggio del ricetrasmettitore . » 106
Montaggio del ricetrasmettitore . . . . . » 109
Completamento della parte trasmittente . . . » 111
Messa a punto del trasmettitore . . . . . » 111
Funzionamento del trasmettitore . . . . . » 113

CAPITOLO III - **Trasmettitori di bassa potenza ed eccitatori** pag. 114

3-1 - Eccitatore per BLU fisso e mobile . . . . . » 115
Descrizione del circuito . . . . . » 116
Costruzione e montaggio del trasmettitore . . » 120
Il circuito di compensazione di fase . . . . » 121
Messa a punto del circuito di compensazione di fase . . . . . » 121
Controllo del circuito di compensazione di fase . » 125
Taratura dell'oscillatore ad audiofrequenza . . » 126
Montaggio del trasmettitore . . . . . » 126
Messa a punto del trasmettitore . . . . . » 128
Circuiti fonici . . . . . » 131

3-2 - Eccitatore mobile per BLU, transistorizzato . . » 131
Il circuito dell'eccitatore . . . . . » 133
Costruzione dell'eccitatore . . . . . » 136
Misure sull'eccitatore . . . . . » 138

3-3 - Ricetrasmettitore a VHF per dilettanti esperti . » 140
Descrizione del circuito . . . . . » 141
La sezione ricevente . . . . . » 142
La sezione trasmittente . . . . . » 150
La sezione alimentatrice . . . . . » 153
Circuiti dei relé e di commutazione . . . . » 154
Costruzione e montaggio del ricetrasmettitore . » 154
Montaggio del ricetrasmettitore . . . . . » 157
Montaggio della sezione ricevente . . . . . » 159
Messa a punto della parte ricevente . . . . » 160
Montaggio della sezione trasmittente . . . . » 161
Taratura della sezione trasmittente . . . . » 162
L'alimentatore . . . . . » 164
Modifiche al trasformatore Stancor P-8158 . . » 165
Prova dell'alimentatore . . . . . » 166

3-4 - Trasmettitore miniaturizzato a BLU per 14 MHz » 167
Il circuito del trasmettitore . . . . . » 169
Costruzione e montaggio del trasmettitore . . » 177
Montaggio del trasmettitore . . . . . » 179
Controllo del trasmettitore . . . . . » 180

3-5 - Ricevitore e trasmettitore in duplex su 220 MHz » 182
Il circuito del trasmettitore e ricevitore in duplex » 185
Costruzione e montaggio . . . . . » 188
Il telaio del trasmettitore . . . . . » 189
Messa a punto preliminare del trasmettitore . . » 191
Il telaio del ricevitore . . . . . » 193
Messa a punto preliminare del ricevitore . . . » 194

Costruzione del modulatore e dell'alimentatore . pag. 195
Installazione dell'antenna . . . . . » 196

3-6 - Oscillatore di alta stabilità a frequenza variabile » 197
La stabilità di frequenza . . . . . » 198
Il circuito dell'oscillatore a frequenza variabile . » 200
Costruzione meccanica dell'oscillatore . . . . » 203
Montaggio dell'oscillatore . . . . . » 205
L'alimentazione dell'oscillatore . . . . . » 207
Allineamento e messa a punto dell'oscillatore . . » 208
Controllo del funzionamento dell'oscillatore . . » 209

CAPITOLO IV - **Amplificatori di potenza ad alta frequenza** » 211

4-1 - Amplificatori finali a radiofrequenza . . . . » 212
Progetto - Scelta dei tubi . . . . . » 212
Progetto degli amplificatori finali - Scelta del circuito . . . . . » 213

4-2 - Amplificatori con triodi in controfase . . . . » 214
Alimentazione dei filamenti . . . . . » 215
Alimentazione anodica . . . . . » 216
Polarizzazione negativa di griglia . . . . . » 216
Il circuito di griglia . . . . . » 217
Disposizione del circuito . . . . . » 218
Eccitazione . . . . . » 219
Costruzione degli amplificatori in controfase . . » 219

4-3 - Amplificatori con tetrodi in controfase . . . » 224
Costruzione degli amplificatori . . . . . » 226
Accordo degli amplificatori in controfase mediante variazione di L . . . . . » 228

4-4 - Amplificatori con circuito di uscita a π . . . » 230

4-5 - Amplificatore lineare a BLU per autoveicoli . . » 235
Descrizione del circuito . . . . . » 235
Costruzione dell'amplificatore . . . . . » 239
Funzionamento dell'amplificatore . . . . . » 240
L'alimentatore . . . . . » 241
Varianti al circuito dell'amplificatore lineare . . » 243

4-6 - Amplificatore lineare per molte bande di frequenza installabile su autoveicoli . . . . . » 245
Circuito dell'amplificatore . . . . . » 245
Costruzione dell'amplificatore . . . . . » 248
Funzionamento dell'amplificatore . . . . . » 249

4-7 - Economico amplificatore da 1 kW pilotato sul catodo pag. 250
Potenza trasferita . . . . . » 250
Amplificatori in classe AB_1 pilotati sul catodo . » 251
Esempio pratico di amplificatore con pilotaggio sul catodo . . . . . » 252
Costruzione dell'amplificatore . . . . . » 253
Funzionamento dell'amplificatore . . . . . » 253

4-8 - Amplificatore lineare a bassa distorsione per BLU » 256
La configurazione circuitale con griglia a massa . » 257
Il circuito dell'amplificatore . . . . . » 259
Costruzione dell'amplificatore . . . . . » 262
Lo zoccolo Eimac . . . . . » 266
Montaggio e accordo dell'amplificatore . . . « 267

4-9 - Amplificatore da 1 kW per funzionamento lineare o in Classe C . . . . . » 270
Descrizione del circuito . . . . . » 273
Costruzione dell'amplificatore . . . . . » 276
Neutralizzazione dell'amplificatore . . . . . » 279
L'alimentatore per le griglie controllo e schermo » 280

4-10 - Amplificatore per tutte le bande da 2 kW sul picco dell'inviluppo . . . . . » 281
Descrizione del circuito . . . . . » 283
Comportamento della griglia schermo . . . . » 285
Costruzione dell'amplificatore . . . . . » 286
Funzionamento dell'amplificatore . . . . . » 290

4-11 - Amplificatore di alta potenza con tetrodi in controfase . . . . . » 291
Descrizione del circuito . . . . . » 293
Costruzione dell'amplificatore . . . . . » 296
Funzionamento dell'amplificatore . . . . . » 297

CAPITOLO V - **Apparecchiature di bassa frequenza per modulazione d'ampiezza** . . . . . » 298

5-1 - Modulazione a tetrodo . . . . . » 299
Modulatori a tetrodo . . . . . » 299
Aumento della percentuale efficace di modulazione » 299
Asimmetria della voce . . . . . » 300
Taglio di segnali audio agendo su stadi a basso livello . . . . . » 301
Soppressore di spurie su stadi ad alto livello . . » 302

5-2 - Progetto di preamplificatori e modulatori . . . » 303
Modulatore con tubi di potenza a fascio da 10 a 120 W . . . . . » 304

Descrizione del circuito . . . . . pag. 304
Lo stadio di uscita . . . . . » 304
5-3 - Modulatori in Classe B di uso generale . . . » 307
Descrizione del circuito del modulatore . . . » 307
Costruzione del modulatore . . . . . » 311
Messa a punto del modulatore . . . . . » 313

5-4 - Amplificatore pilota da 10 W . . . . . » 315

5-5 - Modulatore da 500 W con tubi 304 TL . . . » 316

5-6 - Amplificatore-limitatore da 15 W . . . . . » 318
Descrizione del circuito . . . . . » 318
Costruzione dello amplificatore . . . . . » 320
Messa a punto dell'amplificatore . . . . . » 320

5-7 - Modulatore De-luxe da 200 W con tubo 811 A . » 321
Costruzione del modulatore . . . . . » 325
Montaggio e costruzione del modulatore . . . » 325

5-8 - Modulatori con tetrodi a polarizzazione zero . . » 329

CAPITOLO VI - **Costruzione dei trasmettitori** . . . . . » 332

6-1 - Trasmettitore da 300 W per fonia e grafia per 50/144 MHz . . . . . » 333
Confronto fra tetrodi e triodi . . . . . » 334
Il circuito del trasmettitore . . . . . » 336
Circuito di neutralizzazione dell'amplificatore . » 340
Il sistema di commutazione di banda . . . . » 341
L'alimentatore e il modulatore . . . . . » 344
Circuiti di misura . . . . . » 346
Costruzione del trasmettitore . . . . . » 348
Il telaio dell'unità alimentatrice e modulatrice . » 352
Messa a punto del trasmettitore . . . . . » 352

6-2 - Trasmettitore De-Luxe per 3,5 ÷ 29,7 MHz . . . » 354
Circuito del trasmettitore . . . . . » 356
Circuiti di manipolazione e di comando . . . » 362
Lo stadio amplificatore . . . . . » 366
L'alimentatore e il modulatore . . . . . » 370
Accordo dell'eccitatore e funzionamento . . . » 372
Messa a punto preliminare dell'amplificatore . . » 375
Cavi di comando e collegamenti di alimentazione » 375

CAPITOLO VII - **Alimentatori** . . . . . » 376

7-1 - Progetto degli alimentatori . . . . . » 377
Considerazioni sulla erogazione di potenza . . » 378

Stabilità della tensione erogata . . . . . pag. 380
Considerazioni sull'ondulazione . . . . . » 382
Calcolo della ondulazione . . . . . » 384
Filtri a resistenza capacità . . . . . » 386

7-2 - Circuiti rettificatori . . . . . » 388
Rettificatori a mezza onda . . . . . » 388
Rettificatori ad onda intera . . . . . » 389
Rettificazione a ponte . . . . . » 391

7-3 - Circuiti normali di alimentatori . . . . . » 391
Speciali circuiti rettificatori monofasi . . . . » 393
Circuiti rettificatori polifasi . . . . . » 396
Rettificatori . . . . . » 397
Picco di tensione anodica inversa e picco di corrente anodica . . . . . » 398
Tubi rettificatori a vapore di mercurio . . . » 399
Circuiti duplicatori di tensione . . . . . » 402
Quadruplicatori di tensione . . . . . » 402

7-4 - Rettificatori al selenio e al silicio . . . . . » 403
Tensione di soglia e invecchiamento . . . . » 404
Stabilità della tensione . . . . . » 405
Rettificatori al silicio . . . . . » 405
Densità di corrente del silicio . . . . . » 406
Caratteristiche di funzionamento . . . . . » 406

7-5 - Alimentatore da 100 W per autoveicoli . . . » 409
Il vibratore a doppia lamina vibrante . . . . » 409
Il rettificatore al selenio . . . . . » 411
Il circuito della alimentazione . . . . . » 412
Il circuito di comando . . . . . » 414
Dettagli del circuito. Sezione a bassa tensione . » 415
Parti componenti . . . . . » 416
Costruzione dell'alimentatore . . . . . » 416
Misure sull'alimentatore . . . . . » 418
Installazione sull'autoveicolo . . . . . » 420

7-6 - Alimentatori a transistori . . . . . » 420
Funzionamento degli alimentatori a transistori . » 421
Potenza dissipabile dai transistori . . . . . » 423
Oscillatori autoeccitati . . . . . » 424
Il trasformatore di alimentazione . . . . . » 425

7-7 - Due alimentatori transistorizzati per autoveicoli » 426
L'alimentatore da 35 W . . . . . » 427
L'alimentatore da 85 W . . . . . » 429

7-8 - I componenti degli alimentatori . . . . . » 430
Condensatori filtro . . . . . » 430

Resistenza zavorra . . . . . pag. 432
Trasformatori . . . . . » 433
Bobine di impedenza di filtro . . . . . » 433

7-9 - Alimentatori speciali . . . . . » 434
Tubi V-R . . . . . » 434
Alimentatori a tensione stabilizzata . . . . . » 438

7-10 - Progetto degli alimentatori . . . . . » 442

7-11 - Alimentatori a ponte . . . . . » 446

7-12 - Alimentatore da 300 V - 50 mA . . . . . » 448

7-13 - Alimentatore da 500 V - 200 mA . . . . . » 450

7-14 - Alimentatore a 1500 V - 425 mA . . . . . » 452

7-15 - Alimentatore a doppia tensione di uscita per trasmettitori . . . . . » 454

7-16 - Alimentatore da 1 kW . . . . . » 456

CAPITOLO VIII - **Pratica costruttiva** . . . . . » 458
Trasmettitori . . . . . » 459

8-1 - Utensili . . . . . » 459
Telai metallici . . . . . » 461

8-2 - Materiali . . . . . » 462
Costruzioni provvisorie su tavole . . . . . » 462
Intelaiature speciali . . . . . » 463
Impiego dell'alluminio . . . . . » 463

8-3 - Schermature contro le interferenze televisive . . » 465

8-4 - Finestre . . . . . » 467

8-5 - Premessa sulla costruzione dei trasmettitori . . » 468

8-6 - Pratica costruttiva . . . . . » 469
Piano di montaggio sul telaio . . . . . » 469
Punzonatura . . . . . » 470
Finestre per trasformatori . . . . . » 470
Eliminazione delle bavature . . . . . » 471
Montaggio dei componenti . . . . . » 471
Saldatura . . . . . » 471
Finitura . . . . . » 472
Avvolgimento delle bobine . . . . . » 474

8-7 - Disposizione del laboratorio . . . . . » 475

CAPITOLO PRIMO

Apparati mobili progetto e installazione

Il grande sviluppo assunto negli ultimi tempi dalle radiocomunicazioni con apparati mobili è da attribuire prevalentemente alla possibilità offerta dalla tecnica più recente, di realizzare apparati di ingombro e peso molto ridotti.

È oggi possibile acquistare apparati per impiego mobile già costruiti e pronti per il funzionamento, ma evidentemente i radiodilettanti troveranno maggiore soddisfazione nel progettare e nel realizzare apparati mobili che siano in grado di soddisfare le loro esigenze.

I problemi che si incontrano nella attuazione delle installazioni mobili a due vie (trasmissione e ricezione) variano a seconda della banda di frequenza alla quale si vuol funzionare. Però vi sono problemi comuni a tutte le bande. Per esempio, i disturbi generati dai dispositivi di accensione dei motori a scoppio sono più intensi sulla banda dei 10 metri rispetto alla banda dei 75 metri. In compenso è più facile realizzare un efficiente sistema di antenna sulla banda dei 10 metri, di quanto non lo sia sulla banda dei 75 metri.

Un problema che si presenta sempre, indipendentemente dalla banda di frequenza sulla quale si funziona, consiste nell'ottenere una notevole potenza irradiata dal trasmettitore senza eccedere nell'assorbimento di corrente dalla batteria di bordo dell'autoveicolo.

1-1 Ricevitori mobili

Se nell'autoveicolo è già installato un ricevitore per onde medie, per ricevere le bande di 75, 20 e 10 metri si può ricorrere all'impiego di un convertitore, posto a monte del ricevitore.

Mediante un convertitore si conseguono, nella quasi totalità dei casi, gli stessi vantaggi di buona selettività e di sufficiente attenua-

zione della frequenza immagine, che normalmente si ottengono con i ricevitori a supereterodina con doppia conversione di frequenza, senza peraltro che risulti aumentato l'inconveniente del « cinguettio », assai frequente nei ricevitori a doppia conversione di frequenza.

Allo scopo di « isolare » adeguatamente il convertitore dall'oscillatore del ricevitore, è sempre preferibile che quest'ultimo sia munito di stadio amplificatore a radiofrequenza. Questo stadio risulta anche utile ad ottenere una maggiore attenuazione del segnale immagine, nel caso in cui il circuito di uscita del convertitore non sia accordato sulla frequenza di entrata del ricevitore (normalmente sintonizzato su 1500 kHz). Diciamo ciò in quanto vi sono attualmente molti ricevitori per auto, anche delle migliori fabbriche, che sono sprovvisti di stadio amplificatore a radiofrequenza.

La tensione anodica per il convertitore normalmente verrà prelevata sul ricevitore installato sull'autoveicolo. L'esperienza ha dimostrato che di solito i convertitori assorbono una corrente non superiore a 15 o 20 mA e che perciò non si ha alcun danno nel ricevitore se si ricava da quest'ultimo la corrente di alimentazione anodica per il convertitore. L'unico inconveniente che si può avere consiste in una lieve diminuzione della durata del vibratore.

Per ridurre l'assorbimento di corrente anodica da parte del convertitore si potrà evitare di impiegare in esso il tubo stabilizzatore di tensione, che normalmente viene impiegato per stabilizzare la tensione anodica dell'oscillatore del convertitore stesso. È oggi possibile progettare un oscillatore che funzioni su frequenze non superiori a 30 MHz e la cui stabilità di frequenza risulti molto buona, anche senza stabilizzazione della tensione di alimentazione anodica.

In alcuni autoveicoli è possibile ottenere un funzionamento soddisfacente, su 75 metri, di un ricevitore sprovvisto di limitatore di disturbi, purchè le candele di accensione del motore dell'autoveicolo siano provviste di adeguati resistori di smorzamento. Ciò malgrado, il limitatore di disturbi sarà sempre utile, e si consiglia di impiegarlo anche quando potrebbe sembrare superfluo.

Quanto sopra è suggerito dalla constatazione che in qualche caso si è ottenuta una ricezione soddisfacente su 75 metri mediante l'inserzione dei soli resistori di smorzamento nelle candele. Però, dopo qualche migliaio di chilometri, si è constatata una diminuzione di efficacia da parte di questi resistori, con conseguente

aumento del livello di disturbo di ricezione.

Inoltre si deve tener presente che un limitatore di disturbi, installato su un ricevitore, risulta efficace anche contro i disturbi generati dai motori, non silenziati, di autocarri o di autoveicoli transitanti nelle vicinanze.

Quando poi si riceve sulla banda dei 10 metri, il limitatore di disturbi risulta sempre necessario.

Modifiche al ricevitore dell'autoveicolo

Quando un radio - ricevitore per autoveicolo viene abbinato ad un convertitore, occorre eseguirvi alcune varianti che è appunto conveniente effettuare tutte insieme, anche se il tempo necessario per smontare il ricevitore dall'auto ed eseguirvi i vari lavori uno alla volta, non sarebbe molto grande. Pertanto è opportuno esaminare anzitutto il circuito del ricevitore, per vedere quali difficoltà possono sorgere nell'installazione del limitatore di disturbi. Se poi il ricevitore deve ancora essere acquistato, nell'effettuare la scelta è bene tener presente la possibilità di inserirvi il limitatore.

Quando un ricevitore impiega un resistore inserito fra il polo negativo dell'alimentazione anodica e massa, per ottenere così la polarizzazione negativa per le griglie dei vari stadi (e ciò risulta evidente dal fatto che il catodo dello stadio finale di uscita è collegato a massa), allora la corrente anodica addizionale assorbita dal convertitore altererà le tensioni di polarizzazione dei vari stadi, determinando probabilmente una alterazione nel funzionamento degli stadi stessi. Siccome non sempre si adopera il convertitore, non sarà possibile modificare semplicemente la resistenza di polarizzazione, ma occorrerà apportare al circuito modifiche più complesse.

I tipi di ricevitori che meglio si prestano all'abbinamento con un convertitore e all'aggiunta di un circuito limitatore di disturbi sono quelli che impiegano: uno stadio amplificatore a radiofrequenza, l'accordo a permeabilità, una costruzione su telaio unico (fatta eccezione dell'altoparlante), il sintonizzatore a tastiera (e non a motorino), un raddrizzatore a vuoto spinto (tipo 6X4 o simili, piuttosto che un raddrizzatore 0Z4 o un vibratore sincrono), un tubo rivelatore, primo stadio audio e CAV del tipo 6SQ7 (o equivalente della serie miniatura o «Loctal»), con catodo a massa. Sarà inoltre conveniente che tali ricevitori abbiano il polo negativo dell'alimentatore collegato a massa, così da risentire in minimo grado della eventuale inserzione del converti-

tore, l'altoparlante magneto-dinamico (per non assorbire corrente di eccitazione dalla batteria di bordo), il comando di guadagno a radiofrequenza (per avere un indizio circa il margine di guadagno disponibile).

Esistono molti radioricevitori per auto che possiedono tutti, o quasi, i requisiti sopra elencati e quando si acquista un ricevitore conviene controllare se possiede tutti i requisiti suddetti.

Limitatore di disturbi

Un limitatore di disturbi può essere costruito entro il ricevitore, o essere comprato come unità isolata da collegarsi con fili schermati. Se il ricevitore usa una 6SQ7 (o l'equivalente nelle serie « miniatura » o « Loctal ») con circuito usuale, è cosa semplice costruire il limitatare di disturbi sostituendo il tubo con un 6S8 octal, e con un 7X7 loctal, o infine col 6T8 miniatura a 9 piedini, come indica la figura 1. Quando si sostituisce il tubo 6T8 ad un 6AT6, o simile miniatura a 7 piedini, occorre cambiare lo zoccolo in uno a 9 piedini. Ciò richiede una leggera alesatura del foro dello zoccolo.

Se il ricevitore usa la polarizzazione catodica sul tubo 6SQ7 (o su un equivalente) ed un CAV ritardato, il circuito può normalmente essere modificato nel circuito

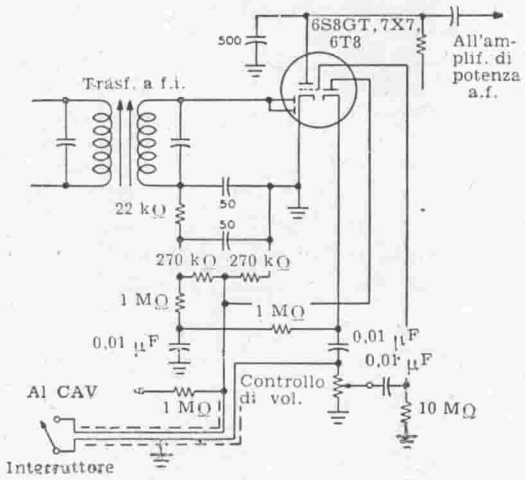


Figura 1.

LIMITATORE DI DISTURBI PER RICEVITORI PER AUTO

I ricevitori per auto che usano uno dei tubi 6SQ7, 7B6, 7X7 o 6AT6 come secondo rivelatore e controllo automatico di volume possono essere modificati secondo lo schema qui riportato con piccole modifiche nei collegamenti. Questo circuito ha il vantaggio di non richiedere uno zoccolo supplementare per il diodo limitatore.

---

con catodo a massa di figura 1 senza incorrere in inconvenienti.

Alcuni ricevitori prelevano l'eccitazione per il diodo del CAV dall'anodo dello stadio a FI. In questo caso si lascia solo il CAV e non si esegue il collegamento al CAV indicato in figura 1 (eliminando il resistore di disaccoppiamento da 1 MΩ). Se l'apparecchio impiega un diodo separato per il CAV che riceve l'eccitazione a r. f. tramite un piccolo condensatore connesso al diodo rivelatore, allora si modifica semplicemente il

circuito secondo quello di figura 1.

Qualora fosse usato un diodo a cristallo come limitatore di disturbi in collegamento col tubo già esistente nell'apparecchio, si deve considerare che il diodo a cristallo migliora assai poco l'efficienza del limitatore di disturbi del tipo descritto.

Si osserverà che non è indicato alcun controllo di tono. I controlli di tono a più posizioni connessi al circuito del secondo rivelatore comportano spesso una eccessiva dispersione. Si consiglia perciò di eliminare completamente i componenti del controllo di tono a meno che essi non siano concentrati sul circuito di griglia dello stadio d'uscita audio. I toni alti possono poi essere attenuati finchè si vuole collegando un condensatore a mica tra la placca e lo schermo nello stadio d'uscita. Normalmente una capacità da 0,005 a 0,01 μF darà un buon compromesso tra una buona fedeltà ed una soddisfacente riduzione del fruscio di fondo con segnali deboli.

Normalmente l'interruttore deve essere montato abbastanza lontano dal limitatore di disturbi. Se i collegamenti all'interruttore hanno una lunghezza superiore a 7÷8 cm, occorre schermarli e mettere lo schermo a massa. La stessa precauzione si deve usare per i collegamenti « caldi » del controllo di volume. La chiusura dell'interruttore rende inefficace il limitatore. Ciò può essere desiderabile per ridurre la distorsione sulla gamma di radiodiffusione e quando si controlla l'intensità dei disturbi d'accensione per determinare l'efficacia delle misure prese sul veicolo per la soppressione dei disturbi. Inoltre l'interruttore permette di verificare il comportamento del limitatore.

Il resistore di disaccoppiamento da 22 kΩ sull'estremità inferiore del secondario del trasformatore a FI, non ha valore critico e se un diverso valore è già incorporato entro lo schermo, esso può essere lasciato purchè non superi i 47 kΩ. Un più alto valore, in quanto produrrebbe un'eccessiva riduzione nel guadagno, deve essere sostituito con altro più basso. Questo tipo di limitazione determina una certa diminuzione di guadagno (circa 6 db) ed è necessario ridurre ogni altra perdita.

È importante che la capacità totale nel filtro di disaccoppiamento a r. f. RC non superi i 100 pF circa. Con un valore più alto si verifica un prolungamento degli impulsi e l'efficacia del limitatore di disturbi risulta diminuita. Una capacità eccessiva riduce l'ampiezza dei disturbi di accensione, ma ne prolunga la durata prima che essi giungano al limitatore. La ri-

duzione d'ampiezza non porta alcun vantaggio in quanto essi alimentano comunque il limitatore, ma la maggior durata degli impulsi ne aumenta l'udibilità e gli intervalli di estinzione associati ad ogni impulso.

Se si usa un collegamento schermato per il limitatore esterno, il condensatore di deviazione posto sul lato inferiore del filtro RC può essere eliminato poichè la capacità di pochi decimetri di filo schermato assolverà alla stessa funzione.

L'interruttore è collegato in modo che non si verifichi praticamente alcuna variazione di guadagno col limitatore inserito, o escluso. Se l'apparecchio del veicolo non ha margini di guadagno, mentre un maggior guadagno è richiesto sui segnali deboli di radiodiffusione, l'interruttore può essere connesso fra il lato « caldo » del controllo di volume ed il punto di congiunzione delle resistenze da 0,27, 0,002 e 1 MΩ, anzichè nel modo disegnato. Ciò porterà ad un maggior guadagno di circa 6 db quando il limitatore è escluso.

Molti recenti modelli di ricevitori sono muniti di controllo interno del guadagno a r. f., posto sul catodo dello stadio a r. f., o su quello a f.i., o su entrambi. Questo controllo deve essere portato al massimo per assicurare un miglior funzionamento del limitatore di disturbi e compensare le perdite nel guadagno a frequenze audio che esso introduce.

L'inserzione del limitatore di disturbi disaccorda spesso il secondario dell'ultimo trasformatore a f. i.. Questo deve essere accordato nuovamente prima che l'apparecchio sia sistemato permanentemente sull'auto, a meno che il trimmer non sia accessibile anche con l'apparecchio installato.

Altri circuiti limitatori sono descritti nel capitolo relativo ai ricevitori, in questo stesso volume.

Selettività Mentre non si hanno preoccupazioni per la gamma sui 10 m, la minor selettività propria dei normali ricevitori per auto sui 20 e sui 75 m porta a qualche difficoltà per interferenze. Un ricevitore tipico per auto possiede normalmente solo due trasformatori a f. i. con fattore di qualità (Q) relativamente basso; inoltre il secondo è caricato dal rivelatore a diodo. La curva di selettività è spesso tanto appiattita che un forte segnale locale può deprimere il CAV, quando si ascolta una stazione debole, anche se esso ha una frequenza differente di 15 kHz.

Una soluzione consiste nell'aggiungere uno stadio a f. i. esterno usando due trasformatori a doppio accordo di buona qualità (non del tipo miniatura) connessi in

contrapposizione mediante una piccola capacità d'accoppiamento. Il tubo amplificatore, ad es. un 6BA6, deve essere polarizzato al punto in cui il guadagno dell'unità esterna è relativamente piccolo (1 o 2db) presupponendo che il guadagno del ricevitore sia già sufficiente. Se invece fosse richiesto un maggior guadagno, esso può venire fornito dall'unità esterna. Per l'accoppiamento di tale unità, che deve essere fortemente schermata, si usa un cavo schermato a bassa capacità.

Questa unità aggiuntiva deve rendere poco acuto il vertice della curva di selettività ed invece rendere più ripidi i lati. Il funzionamento diventa così paragonabile a quello di un ricevitore fisso.

Alimentatore del convertitore Quando l'apparecchio è sul banco per l'inserzione del limitatore di disturbi, si deve provvedere alle tensioni anodica e di accensione del convertitore ed a quelle per l'eccitatore e l'amplificatore per microfono del trasmettitore, se si usa una siffatta disposizione di controllo. Per consentire di smontare dall'auto il convertitore, o il ricevitore, indipendentemente, si deve utilizzare un connettore a spina. Il metodo migliore è quello di montare una piccola custodia sul mobile, o sul telaio, del ricevitore effettuando il collegamento per mezzo di una spina di adattamento. Una presa Amphenol tipo 77-26 è abbastanza compatta per essere sistemata in uno spazio ristretto e porta 4 connessioni (compresa la massa per la treccia schermante). La spina di adattamento è del tipo 70-26. Per evitare la possibilità che lo scintillio del vibratore possa indursi nel convertitore tramite i collegamenti di adduzione delle tensioni delle placche e dei filamenti, è importante che tali tensioni siano derivate da punti ben lontani dall'alimentatore di potenza del ricevitore. Se si usa uno stadio d'uscita audio con pentodo, le tensioni del convertitore si possono prelevare, con sicurezza, dallo schermo. Nel caso di uno stadio di uscita in controfase, gli schermi sono talvolta alimentati dal lato d'entrata del filtro dell'alimentatore. La componente alternativa, in questo punto, mentre è sufficientemente bassa per uno stadio di uscita audio in controfase, è troppo alta per il convertitore senza un filtro addizionale. Se lo schema indica che gli schermi dello stadio in controfase sono collegati all'entrata del filtro di alimentazione anzichè all'uscita, (normalmente si usa un filtro R-C costituito da due condensatori elettrolitici derivati su un resistore) allora, seguendo il circuito dall'uscita del filtro verso la parte r.

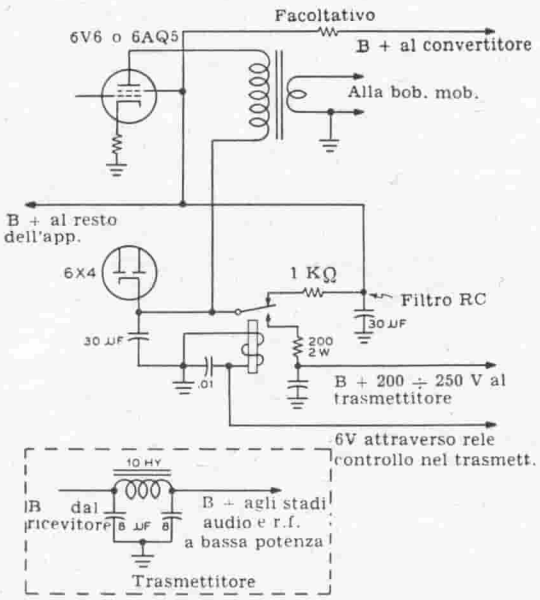


Figura 2.

IMPIEGO DELL'ALIMENTATORE ANODICO DEL RICEVITORE ANCHE PER IL TRASMETTITORE

Questo circuito elimina la ricezione quando si trasmette ed inoltre rende possibile l'uso dell'alimentatore anodico del ricevitore per dare tensione allo stadio eccitatore ed all'amplificatore microfonico del trasmettitore.

---

f. del ricevitore si effettua il collegamento nel punto più accessibile prima però delle resistenze addizionali di caduta, o di disaccoppiamento, alla maniera indicata in figura 2.

La tensione all'uscita del filtro è generalmente compresa fra 200 e 250 V con normale assorbimento del convertitore ed a motore fermo. Si avrà un aumento del 10% quando il generatore carica. L'assorbimento del convertitore abbasserà la tensione di alimentazione di 15÷25 V all'uscita del filtro, ma questa riduzione non è tale da avere un effetto apprezzabile sul funzionamento del ricevitore. Se la tensione di alimentazione è più alta di quanto necessario, o desiderabile, per un buon funzionamento del convertitore, si dovrà inserire un resistore a carbone da 2 W e di adatto valore resistivo in serie al collegamento della tensione anodica. Normalmente un valore tra 220 e 4700 Ω si dimostra adatto.

Disinserzione del ricevitore durante la trasmissione

Quando l'assorbimento dalla batteria è elevato da parte del trasmettitore, come nel caso di un gruppo PE103A portato alla massima erogazione, e si deve tener conto di altri assorbimenti, quali per l'accensione dei filamenti e per i fanali dell'auto, è desiderabile disinserire l'alimentazione del vibratore del ricevitore durante la trasmissione. L'alimentazione del vibratore assorbe normalmente parecchi ampere, e siccome il ricevitore deve comunque essere disinserito durante la trasmissione, interrompendo l'alimentazione a 6 V del vibratore si raggiungono entrambi gli scopi. Ciò ha l'ulteriore vantaggio della introduzione di un lieve ritardo nella ripresa del rice-

vitore, a causa dell'inerzia del filtro d'alimentazione, evitando così la possibilità di una reazione quando si commuta da trasmissione a ricezione.

Per evitare i disturbi dovuti allo scintillio del commutatore, è meglio aprire il collegamento di terra del vibratore, per mezzo di un relè unipolare a due vie del tipo miniatura da 6 V, isolando così il circuito del vibratore dai fili di collegamento dei controlli e dei commutatori. Il relè è inserito come indica la figura 3, Contatti normali da 8 A, sono sufficienti per questa applicazione.

Il relè deve essere montato il più vicino possibile al vibratore. Un terminale della bobina d'eccitazione viene messo a massa, e l'altro viene collegato con un conduttore schermato, ad uno dei capofili dell'alimentatore, mettendo a terra lo schermo ad entrambi gli estremi, tra ciascuno dei quali e la massa viene derivato un condensatore da 0,1 μF usando collegamenti molto corti, per quanto possibile. Un collegamento viene portato dal corrispondente terminale alla spina dello zoccolo per i circuiti di controllo come si vedrà in seguito.

Se il contatto del relè che è normalmente aperto è connesso al lato caldo dell'avvolgimento della bobina mobile dell'altoparlante, (l'altro lato essendo a massa

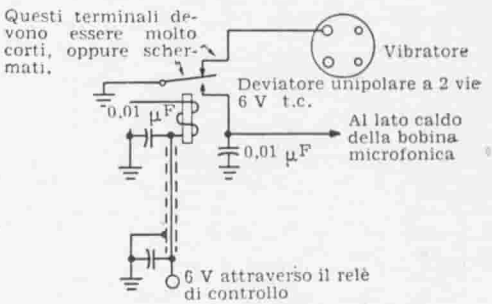


Figura 3.

METODO PER ELIMINARE L'ASSORBIMENTO DELLA BATTERIA DA PARTE DEL VIBRATORE DEL RICEVITORE DURANTE LA TRASMISSIONE

Se nel telaio del ricevitore vi è posto per un relè unipolare a due vie, questa disposizione non solo silenzia il ricevitore, ma consente anche l'erogazione di una minor corrente di alcuni ampère da parte della batteria.

come d'uso), il ricevitore verrà spento istantaneamente quando si commuta dalla ricezione alla trasmissione, benchè il filtro di alimentazione si scarichi gradualmente. Tuttavia, se si usa un generatore a lento avviamento (come una dinamo, o un vibratore con un grosso filtro) per il trasmettitore, può non essere richiesto il corto-circuito della bobina mobile.

Uso dell'alimentatore anodico del ricevitore anche per il trasmettitore

Un altro procedimento molto consigliabile è quello che consiste nell'usare l'alimentatore anodico del ricevitore anche per il trasmettitore, anzichè disinserir-

lo. Uno svantaggio del gruppo motore-dinamo PE103A, molto popolare in America, sta nel fatto che la tensione erogata di 450-500 V è troppo alta per gli stadi a r. f. di bassa potenza e per quelli a frequenza acustica del trasmettitore. Abbassando questa tensione al valore più adatto di circa 250 V per mezzo di una resistenza di caduta, si ha uno spreco di potenza ed inoltre la tensione anodica dell'oscillatore e degli stadi separatori varia notevolmente con l'accordo. Per mezzo di un commutatore miniatura a 6 V, unipolare a due vie, montato sul ricevitore e collegato come mostra la figura 2, l'alimentatore del ricevitore viene anche usato per alimentare l'oscillatore e gli altri stadi di bassa potenza (e possibilmente la tensione di schermo del modulatore). Passando in trasmissione la tensione di alimentazione viene tolta dal ricevitore e dal convertitore, spegnendo così automaticamente il ricevitore. Quando si commuta per ricevere, l'oscillatore del trasmettitore si interrompe istantaneamente, evitando così inconvenienti al gruppo motore-dinamo.

L'efficienza di questa disposizione è buona poichè alla corrente assorbita dall'alimentatore principale dell'alta tensione per l'amplificatore modulato e per la placca del modulatore, non si aggiunge la corrente assorbita dal ricevitore. Da quasi tutti gli autoradio si possono derivare 80 mA, almeno per un periodo di tempo limitato, senza inconvenienti.

Si deve notare che con la disposizione della figura 2, la tensione anodica resta sempre applicata allo stadio d'uscita audio. Tuttavia, quando si toglie la tensione di schermo, la corrente anodica cade praticamente a zero.

Il resistore da 200 Ω in serie con il contatto normalmente aperto, serve a prevenire un eccessivo scintillìo quando si chiudono i contatti. Anche con lo schema illustrato vi sarà un notevole scintillìo ai contatti; ma i contatti del relè possono sopportarlo per molto tempo, prima che comincino ad essere tanto consumati o bruciati da richiedere una revisione. Il resistore da 200 Ω serve anche ad aumentare l'efficacia del condensatore di deviazione a r. f. da 0,01 μF.

Compensatore ausiliario d'antenna

Un'altra variante dell'autoradio che può essere, o meno, desiderabile a seconda delle circostanze, è l'aggiunta di un compensatore ausiliario sull'antenna.

Se il convertitore usa un circuito di uscita non accordato e il compensatore d'antenna è regolato al massimo rendimento sull'apparecchio radio dell'auto, quando

il convertitore è inserito, è molto probabile che la regolazione del compensatore non risulti ottima per la ricezione delle bande di radiodiffusione quando il convertitore è escluso. Per la ricezione di forti segnali di radiodiffusione, ciò non sarà generalmente grave, ma quando si desidera ricevere deboli segnali nella banda di radiodiffusione la diminuzione di guadagno può spesso non essere tollerata; ciò specialmente in considerazione del fatto che la maggior lunghezza del cavo d'antenna richiesto per il convertitore, tende a ridurre l'intensità dei segnali della banda di radiodiffusione.

Se il convertitore ha un considerevole margine di guadagno, può essere conveniente regolare il compensatore sull'autoradio sull'ottimo per la ricezione delle bande di radiodiffusione, piuttosto che accordarlo sul circuito d'uscita del convertitore. Ma spesse volte ciò porta ad un insufficiente guadagno del convertitore e ad eccessivi disturbi d'immagine da parte di forti stazioni locali di dilettanti.

La difficoltà può essere ovviata incorporando un compensatore ausiliario di antenna connesso tra il collegamento « caldo » dell'antenna sull'autoradio e la massa, con un commutatore in serie per inserirlo, o disinserirlo. Questo condensatore, col relativo commutatore può essere connesso, o sui terminali del convertitore, o sull'estremità verso il ricevitore del cavo che collega questo al convertitore. Questo compensatore ausiliario deve avere un campo di capacità da 3 a 50 pF circa, e può essere del tipo economico a mica con mollette di compressione.

Con il compensatore disinserito ed il convertitore escluso (essendo cortocircuitato dal commutatore), si accorda il compensatore normale d'antenna dell'autoradio a circa 1400 kHz; poi si inserisce il convertitore col ricevitore accordato su 1500 kHz, si include il compensatore ausiliario e si accorda questo compensatore sul massimo del rumore di fondo. Il compensatore può allora essere lasciato sempre inserito salvo quando si ricevono stazioni di radiodiffusione molto deboli.

Alcuni apparecchi autoradio, e segnatamente certi ricevitori usuali della General Motors, usano un circuito di entrata ad alto Q ed alta impedenza che è molto critico rispetto alla capacità d'antenna. A meno che la capacità derivata dell'antenna (inclusavi quella del cavo) non corrisponda a quella dell'antenna, per cui l'apparecchio è stato progettato, il compensatore di antenna sull'auto-radio non può conseguire la risonanza col convertitore escluso. Ciò è particolarmente vero quan-

do si ha un lungo cavo d'antenna per raggiungere uno stilo montato sulla parte posteriore dell'auto. Normalmente le condizioni possono essere modificate non saldando il conduttore interno al morsetto d'antenna esistente sull'auto-radio, ma disponendo in serie un condensatore a mica di 100 pF. In alternativa si può sostituire questo condensatore fisso con un compensatore regolabile che copra almeno da 50 a 150 pF. La regolazione di questo trimmer e di quello normale dell'antenna, può essere effettuata per tentativi fino ad ottenere la condizione in cui il circuito d'entrata dell'autoradio risuoni tanto se il convertitore è inserito, quanto se è escluso. Ciò porterà al massimo guadagno ed alla massima attenuazione d'immagine in tutte le condizioni di impiego.

Riduzione del consumo di corrente del ricevitore

Quando l'installazione ricevente è usata frequentemente e particolarmente quando il ricevitore è usato con l'auto ferma, è utile ridurre al minimo il consumo della corrente erogata dalla batteria. Una sostanziale riduzione del consumo si può ottenere in molti ricevitori, senza influenzare apprezzabilmente il loro funzionamento. Il risparmio dipende naturalmente dal progetto del particolare ricevitore e da quanto si è disposti a fare ed a spendere. Alcuni ricevitori assorbono normalmente (con convertitore escluso) circa 10 A. In molti casi questo assorbimento può essere ridotto a 5 A eseguendo tutte le possibili modifiche. Ciascuna delle seguenti modifiche è applicabile a molti apparecchi auto-radio.

Se il ricevitore usa un altoparlante con bobina di campo, lo si sostituisce con un altoparlante equivalente a magnete permanente.

Praticamente tutti i tubi da 0,3 A per amplificatori a radio frequenza o ad audio frequenza hanno il tipo equivalente a 0,15 A. In molti casi non è nemmeno necessario cambiare i collegamenti agli zoccoli. Però quando si sostituiscono i tubi a f. i. è consigliabile verificare la regolazione dei compensatori. In generale non è opportuno cambiare il tubo convertitore, o quello di uscita audio.

Se il tubo d'uscita audio usa la polarizzazione catodica convenzionale, si sostituisce un resistore catodico di valore doppio di quello usato originariamente, o si aggiunge in serie a quello esistente un identico resistore. Ciò riduce sensibilmente l'assorbimento della corrente anodica senza ridurre in modo grave la massima potenza d'uscita indistorta. Poichè il rendimento dell'alimentatore di

potenza a vibratore è molto inferiore al 100%, un risparmio di un watt nell'assorbimento anodico determina un risparmio di quasi 2 W nell'erogazione della batteria. Ciò riduce anche il sovraccarico dell'alimentatore anodico, quando viene inserito il convertitore, nel caso in cui il convertitore utilizzi la tensione dell'auto-radio. Se il ricevitore usa uno stadio d'uscita in controfase, e se si ammette una lieve riduzione del massimo volume ottenibile senza distorsione, la sostituzione con uno stadio dissimetrico è semplice se il ricevitore usa normale polarizzazione di griglia. Si elimina un tubo, si raddoppia il valore della resistenza di polarizzazione catodica, e si aggiunge un condensatore di deviazione di 25 μF in parallelo al resistore catodico, se già non esiste. In alcuni casi è possibile eliminare uno dei tubi invertitori di fase insieme con uno dei tubi dello stadio d'uscita in audio frequenza.

Se il ricevitore utilizza un selettore di stazioni a motore con tubo di controllo (amplificatore a corrente continua) il tubo può essere generalmente eliminato senza sconvolgere il funzionamento del ricevitore. Si dovrà naturalmente usare l'accordo manuale.

Mentre le precedenti sostituzioni sono costose, i 0,6 A assorbiti da una raddrizzatrice 6X4, o 6X5, possono essere eliminati sostituendovi sei raddrizzatori al selenio da 115 V efficaci, 50 mA (ad esempio del tipo Federal 402D 3200). Tre elementi in serie vengono sostituiti a ciascuna metà del tubo raddrizzatore a piena onda. È necessario assicurarsi di osservare l'esatta polarità. I raddrizzatori al selenio consentono anche una buona sostituzione dei tubi 0Z4 o 0Z4-GT che causano complesse difficoltà quando si usa il convertitore.

A compensare il costo complessivo di circa L. 3000, sta il fatto che questi raddrizzatori durano probabilmente quanto l'intera vita dell'auto-radio. Prima di scegliere i raddrizzatori, bisogna assicurarsi che vi sia spazio sufficiente per montarli. Benchè queste unità siano piccole, molti dei più recenti auto-radio usano costruzioni molto compatte.

Ricezione sui due metri

Per la ricezione sulla banda dilettanti di 144 MHz, e su quelle di maggior frequenza, la semplice combinazione convertitore-autoradio, non si è dimostrata molto soddisfacente. Prima ragione di ciò è il fatto che la relativa ristrettezza dei canali a f. i. dell'autoradio impone limitazioni troppo severe alla stabilità dell'oscillatore a r. f. del convertitore. E se si usa nel convertitore un oscillatore a battimento con-

trollato a quarzo, solo una parte della banda può essere coperta dall'accordo dell'auto-radio.

Si è constatato che la disposizione più soddisfacente consiste in un sistema di stadi, montati separatamente, di f.i., audio e alimentazione, con la scatola di comando del convertitore montata presso l'asse dello sterzo. Il sistema a f.i. deve avere una larghezza di banda di 30÷100 kHz con una frequenza centrale di 10,7 MHz, se si usano trasformatori normali per f.i. La scatola di comando deve contenere la sezione a r.f. di 144 MHz, il mescolatore, l'oscillatore e, talvolta, anche il primo stadio a f.i. La scatola di comando può invece contenere soltanto l'oscillatore ad alta frequenza, con l'unità a larga banda r.f. inclusa nel ricevitore principale insieme agli stadi a f.i. ed audio. In commercio si trovano unità e apparecchi completi che seguono questi criteri generali.

Un altro tipo di disposizione consiste nel costruire un convertitore, un canale a f.i. di 10,7 MHz, ed una seconda unità rivelatrice e quindi far funzionare queste unità, in collegamento con l'alimentatore dell'autoradio, il sistema audio e l'altoparlante. Tale sistema porta ad un'economia di spazio e di assorbimento di potenza e può inoltre essere commutato per consentire la normale audizione delle radio diffusioni oppure la ricezione delle bande dilettantistiche, tramite il convertitore.

Un recente sviluppo consiste nel ricetrasmettitore per VHF, tipicizzato dal « Gonset Communicator ». Tale apparato consiste di un trasmettitore controllato a quarzo e un ricevitore a VHF a sintonia variabile. Entrambi questi apparati impiegano un unico sistema ad audiofrequenza ed un unico alimentatore.

Tutta la stazione a VHF può essere montata in una custodia unica. Nei capitoli di questo libro dedicati alla costruzione di apparati, sono descritti vari tipi di ricetrasmettitori a VHF.

1-2 Trasmettitori mobili

Analogamente ai trasmettitori fissi, vi sono vari accorgimenti tecnici che debbono venire adottati nel progetto e nella costruzione dei trasmettitori adatti a funzionare installati su autoveicoli.

Anzitutto occorre che l'assorbimento di energia per il funzionamento del trasmettitore mobile venga limitato al minimo possibile in modo da evitare di esaurire la batteria dell'autoveicolo quando il motore di quest'ultimo è fermo. Bisogna altresì evitare di sovraccaricare la dinamo dell'autoveicolo, quando questo è in moto.

Naturalmente bisogna evitare, ogni qualvolta ciò sia possibile, di apportare modifiche sostanziali all'impianto elettrico dell'autoveicolo, così da conservare a quest'ultimo tutto il suo valore commerciale.

La potenza elettrica che può essere prelevata dall'impianto elettrico di un autoveicolo, senza che sia necessario apportare a questo radicali modifiche, può valutarsi a circa 80 W (13 ampere con 6 volt oppure 7 ampere con 12 volt).

Gli alimentatori a vibratore danno un rendimento molto maggiore rispetto a quelli a motore dinamo e per questo motivo verranno normalmente preferiti a quelli a vibratore.

Un altro elemento di natura tecnica che occorre tener presente nel progetto dei trasmettitori da installare su autoveivoli consiste nel fatto che l'efficienza del sistema di antenna (che normalmente è del tipo a stilo) è scarsa, se confrontata con quella ottenibile dalle antenne delle stazioni fisse. Per compensare tale minore efficienza è necessario adottare, nelle installazioni radio su autoveicoli, una potenza di trasmissione maggiore.

Per avere a disposizione la potenza di alimentazione necessaria a trasmettitori di potenza relativamente notevole, non sarà più possibile utilizzare l'impianto elettrico di bordo dell'autoveicolo, ma sarà necessario accoppiare, al motore dell'automobile, un apposito generatore avente potenza adeguata. Questo accoppiamento normalmente verrà effettuato mediante cinghia e il generatore sarà di solito del tipo per alta tensione.

Una variante a questa impostazione consiste nell'impiegare nell'autoveicolo un sistema di alimentazione, completo, che sia in grado di sviluppare una tensione alternata a 115 V.

Nella figura 4 è visibile un alternatore trifase Leece-Neville montato sopra il blocco del motore e azionato da quest'ultimo mediante un sistema di pulegge e di cinghie.

Davanti al radiatore dell'autoveicolo è montato il regolatore di tensione e il rettificatore per la carica della batteria, ottenuta per rettificazione della tensione alternata sviluppata dall'alternatore.

La tensione fornita dall'alternatore è trifase a triangolo con tutte e tre le fasi isolate da massa.

Con questo sistema si ha che la tensione di linea risulta uguale alla tensione su ogni fase, mentre la corrente di linea è $\sqrt{3}$ volte la corrente su ogni fase.

La tensione di ciascuna fase dell'alternatore è di 6 volt efficaci così da consentire di impiegare, in ogni fase, un trasformatore di quelli che si usano per alimentare

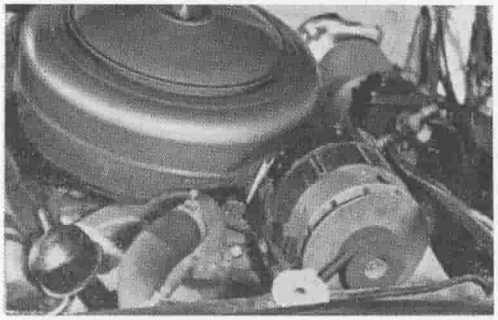


Figura 4.
L'ALTERNATORE TRIFASE LEECE-NEVILLE VIENE AZIONATO DAL MOTORE DELL'AUTOVEICOLO MEDIANTE UN APPOSITO SISTEMA DI CINGHIE E PULEGGIA

i filamenti a 6,3 V di tubi elettronici, che assorbano una corrente di accensione di 25 A. Questi trasformatori verranno montati con l'avvolgimento a bassa tensione collegato alla tensione di ogni fase sviluppata dall'alternatore. I tre avvolgimenti ad alta tensione verranno collegati a triangolo in modo da costituire una linea trifase a 115 V.

Se si vuole, si può adottare uno speciale trasformatore trifase in salita, con secondari a 115 V, conseguendo così una economia di spazio rispetto ai tre trasformatori separati detti poco avanti.

Siccome negli alimentatori trifasi la frequenza della ondulazione sulla tensione rettificata è piuttosto alta, normalmente non sarà necessario impiegare su essi impedenze filtro, ma sarà sufficiente usare un condensatore filtro da 10 μF.

1-3 Antenne per apparecchiature mobili

Antenne per apparati mobili da 10 m

La più comune antenna mobile per 10 m è uno stilo di circa 2,5 metri alimentato con una linea coassiale. Questa antenna è molto soddisfacente ma si possono fare alcuni rilievi relativamente al sistema di alimentazione e di accoppiamento.

La resistenza del punto di alimentazione di uno stilo risonante in quarto d'onda montato posteriormente è di circa 20-25 Ω. Sebbene il rapporto d'onde stazionarie quando si usa un cavo coassiale di 50 Ω non risulti superiore a 2, è tuttavia desiderabile far sì che la linea fra il trasmettitore e l'antenna abbia una lunghezza uguale ad un quarto d'onda al centro della banda. La lunghezza fisica del cavo RG-8/U dalla base dell'antenna alla bobina di accoppiamento deve essere approssimativamente di 1,5 metri. Il relè di commutazione di antenna deve essere preferibilmente sistemato o dal lato dell'antenna o da quello del trasmettitore, ma se è praticamente più comodo, la linea può essere interrotta in qualsiasi posizione per inserirvi il commutatore.

Se lo stesso stilo montato posteriormente viene usato per la ri-

Figura 5.

L'ANTENNA A STILO CARICATA AL CENTRO PER IL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA FUNZIONANTE SU 80 METRI. SI NOTI LA PALLA ANTI-CORONA ALL'ESTREMITA' ALTA DELL'ANTENNA

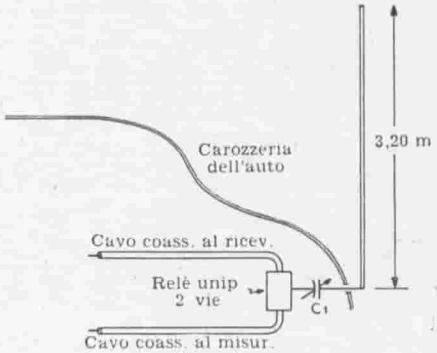


Figura 6.

ANTENNA A STILO DI 5/16 D'ONDA PER LA BANDA DI 10 m.

Se un'antenna a stilo ha una lunghezza un po' superiore all'usuale quarto d'onda essa funziona meglio e consente un miglior adattamento all'antenna della linea di trasmissione se la reattanza viene annullata mediante un condensatore in serie posto alla base dell'antenna. Il condensatore C_1 può essere costituito da un piccolo variabile da 100 pF.

cezione delle radio diffusioni l'attenuazione di questi segnali per opera dell'elevata capacità in derivazione determinata dalla linea di alimentazione a bassa impedenza può essere ridotta sistemando il relè commutatore vicino al collegamento d'antenna e collegando questo al convertitore con un cavo coassiale da 95 Ω (invece di 50 o 75 Ω). Normalmente ciò produce un effetto trascurabile sul funzionamento del convertitore ma si avrà un sensibile aumento nell'intensità dei segnali di radiodiffusione.

Un radiatore più efficace e un migliore adattamento di linea si possono ottenere con uno stilo di circa 3 metri alimentato con un cavo coassiale da 75 Ω (quale il tipo RG-11/U) per mezzo di un condensatore in serie come indicato nella figura 6. Il relè e il condensatore in serie sono montati dentro al baule nella posizione più vicina al punto di alimentazione o all'isolatore di base. La lunghezza di 3,2 metri si riferisce alla lunghezza totale dalla punta

dello stilo fino alla posizione in cui i cavi di collegamento attraversano la carrozzeria dell'automobile. I collegamenti interni all'auto (che uniscono il cavo coassiale, il relè, il condensatore in serie e l'antenna) devono essere i più corti possibili. Il conduttore esterno di entrambi i cavi coassiali deve essere collegato a massa sul telaio dell'auto dal lato del relé con conduttori grossi e corti. Un piccolo condensatore variabile da 100 pF serve a realizzare la capacità C_1. La posizione ottima di questo condensatore deve essere determinata sperimentalmente in corrispondenza al centro della banda. Tale regolazione sarà così soddisfacente sull'intera banda.

Una conveniente disposizione di accoppiamento per antenne a stilo di un quarto d'onda o di 5/16 d'onda su 10 metri si ottiene usando un normale circuito accordato accoppiato induttivamente ad una spira mobile che alimenta il cavo coassiale. Anche un circuito di uscita a π può essere usato convenientemente. Se l'impedenza di entrata della linea è molto bassa e il circuito di accordo ha un rapporto C/L basso, può essere necessario accordare la spira di accoppiamento con un condensatore in serie al fine di migliorare l'accoppiamento stesso. Questa condizione spesso si raggiunge con uno stilo di un quarto d'onda quando la lunghezza della linea si avvicina elettricamente a mezz'onda.

Se si usa un'antenna mobile per tutte le bande caricata al centro, la bobina di carico al centro dell'antenna deve essere cortocircuitata nel funzionamento dell'antenna sulla banda dei 10 metri. Il tipo più comune di antenna mobile caricata al centro avrà una lunghezza compresa fra 2,7 e 3,3 metri compresavi l'induttanza di carico al centro che viene cortocircuitata. Perciò tale antenna deve essere accorciata elettricamente ad un quarto d'onda per la banda dei 10 metri mediante un condensatore in serie come già si è detto. Se si usa nel circuito anodico dello stadio di uscita del trasmettitore mobile un circuito a π l'eventuale reattanza presentata ai terminali dell'antenna deve essere accordata mediante il circuito a π.

Antenna mobile a carico centrale per tutte le bande

La maggior parte delle stazioni mobili funzionanti su 14 MHz, o su frequenze inferiori, usa antenne a stilo caricate al centro. Queste antenne sono fissate mediante un isolatore al paraurti o alla carrozzeria dell'auto, con la presa d'alimentazione alla base dell'antenna per il cavo coassiale che collega al trasmettitore, come mostra la figura 7.

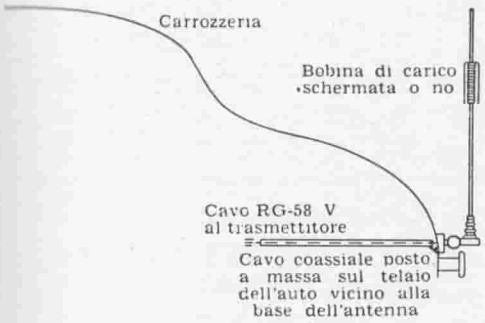


Figura 7.

ANTENNA A STILO CARICATA AL CENTRO

L'antenna a stilo caricata al centro, quando sia provvista di una bobina di carico a più prese, o di una serie di bobine, può essere usata su una vasta gamma di frequenza. La bobina di carico può essere cortocircuitata per usare l'antenna sulla banda di 10 m.

L'antenna a stilo caricata al centro deve essere accordata per ottenere il funzionamento ottimo sulla frequenza desiderata. Queste antenne presentano la massima efficienza su una gamma di circa 20 kHz sulla banda di 75 m, coprendo talvolta una gamma più larga sulla banda di 40 m e l'intera banda in fonia sui 20 m. Il metodo per accordare queste antenne è descritto nelle istruzioni che vengono fornite con esse, ma fondamentalmente si può riassumere come segue:

L'antenna viene montata sul veicolo con un cavo coassiale RG-58/U che ne collega la base al trasmettitore. L'auto deve essere parcheggiata in zona libera da alberi, fabbricati e linee aeree. Oggetti posti a 5-6 m dall'antenna possono esercitare un notevole effetto di disaccordo sul sistema d'antenna a causa del suo elevato coefficiente di qualità Q.

L'estremità del cavo coassiale che deve collegarsi al trasmettitore termina con una bobina d'accoppiamento di 3 o 4 spire. Questa bobina viene accoppiata ad un ondametro oscillatore ad assorbimento di griglia e la frequenza di risonanza dell'antenna viene rilevata annotando le frequenze a cui si manifestano variazioni nella corrente di griglia. Le bobine fornite con le antenne sono normalmente esuberanti per le usuali frequenze di funzionamento, essendo molto più facile togliere qualche spira che non aggiungerla. Le spire vengono tolte, una per volta, fino ad ottenere la risonanza dell'antenna sulla frequenza voluta. Se si fossero tolte troppe spire, si dovrà collegare un pezzo di filo mediante stagnatura. Così, con un pezzo di tubetto isolante infilato sul giunto saldato, si potranno aggiungere alcune spire per abbassare la frequenza di risonanza.

Se invece si usa il tipo di bobine a prese, ci si collega successivamente alle varie prese finchè si trova il numero di spire necessarie per la voluta frequenza di funzionamento. Questo procedimento viene ripetuto per le diverse bande di frequenza.

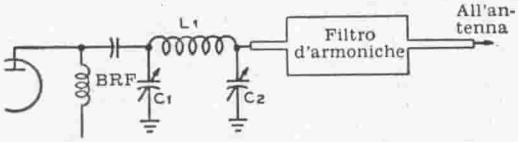


Figura 8.

ACCOPPIATORE D'ANTENNA A π

L'accoppiamento d'antenna con circuito a π è particolarmente adatto per apparati mobili poichè effettua un certo grado di riduzione d'armoniche, consente una variazione di accoppiamento in relazione alla variazione delle condizioni di carico causate da cambiamento di frequenze e può compensare la reattanza che si presenta al trasmettitore all'estremità del cavo coassiale di collegamento all'antenna. Per l'uso dell'accoppiatore sulle bande di 3,9 MHz, C_1 deve avere una capacità massima di circa 250 pF, L_1 deve essere di circa 9 μH (30 spire su un $\varnothing$ di 25 mm con lungh. di 50 mm) e C_2 può comprendere un elemento fisso ed uno variabile con una capacità massima di circa 1400 pF. Sulle bande di 14 e 28 MHz un condensatore variabile di 100 pF è adatto per realizzare la capacità C_1, mentre per C_2 serve un condensatore variabile di 350 pF. La bobina L_1 deve avere un'induttanza di circa 2 μH (11 spire su un $\varnothing$ di 25 mm) per 14 MHz, mentre per la banda di 28 MHz occorrono circa 0,8 μH (6 spire - $\varnothing$ 25 mm, lungh. 25 mm).

Alimentazione delle antenne caricate al centro

Dopo molti esperimenti si è constatato che il metodo più soddisfacente per alimentare la linea coassiale alla base di un'antenna caricata al centro si realizza con un accoppiamento a π. La figura 8 mostra la disposizione fondamentale con i valori dei parametri più adatti. Si noterà che sono richiesti valori relativamente grandi di capacità per tutte le bande di funzionamento, e particolarmente su quella di 75 m. I valori qui consigliati sono normali in relazione a quelli dell'impedenza, del rapporto di trasformazione d'impedenza e del coefficiente di qualità Q che si hanno in un'installazione mobile di tipo normale.

1-4 Costruzione e installazione degli equipaggiamenti mobili

Si raccomanda di attenersi alle seguenti avvertenze nella costruzione di un apparecchio mobile, trasmittente o ricevente, per assicurare un funzionamento senza inconvenienti per un lungo periodo.

Usare soltanto telai rigidi e pesanti, a meno che non siano molto piccoli.

Usare rondelle di bloccaggio e controdadi nel montare componenti con viti.

Usare fili di collegamento a trecciola salvo in quelle parti del circuito in cui sono presenti correnti intense a r.f. (ad esempio nel circuito oscillatorio anodico di un amplificatore UHF). Fissare i fili ovunque possibile per evitare che vibrino e oscillino.

I condensatori d'accordo di grandi dimensioni, a meno che non siano provvisti di comando ad ingranaggi, richiedono un bloccaggio del rotore.

I tubi a riscaldamento diretto devono essere sempre montati verticalmente.

I resistori a carbone ed i condensatori a mica di maggiori dimensioni non devono essere sostenuti dalle spine degli zoccoli dei tubi, specie se si tratta di zoccoli miniatura; si dovranno usare punti di ancoraggio, ed adottare resistori e condensatori a capofili corti.

In generale, i supporti di gomma antiurto non sono necessari, anzi sono sconsigliabili, nelle installazioni su auto per passeggeri. Il molleggio è sufficientemente dolce perchè un ben costruito apparecchio radio possa essere fissato direttamente al veicolo senza danno per urti e vibrazioni.

Gli apparati militari di ricupero, provvisti di montaggi antivibranti erano previsti per l'uso su aerei, autocarri, carri armati, battelli armati, piccole navi, o altri veicoli e imbarcazioni soggetti a forti urti e intense vibrazioni. Perciò i montaggi elastici di tali apparati sono studiati molto accuratamente per evitare dannose risonanze.

Per facilitare le riparazioni degli apparati mobili, tutti i cavi di interconnessione fra le unità devono essere muniti di connettori sfilabili, almeno da un lato.

Circuiti di controllo

I circuiti di comando di ricezione e trasmissione di un apparato mobile sono legati al progetto dell'equipaggiamento e perciò la loro realizzazione viene lasciata all'ingegnosità del lettore. Tuttavia possono essere utili alcuni suggerimenti di carattere generale.

Si deve anzitutto tener presente che non è consigliabile voler comandare troppi relè, e particolarmente quelli a forte carico con grandi bobine, per mezzo dei comuni pulsanti per il passaggio da trasmissione a ricezione, posti sui microfoni. I contatti di questi non sono previsti per intense correnti e l'apertura su circuito induttivo causa un arco ai contatti molto superiore a quello che possono sopportare. È preferibile azionare un singolo relè col commutatore a pulsante e comandare tutti gli altri relè, compreso il

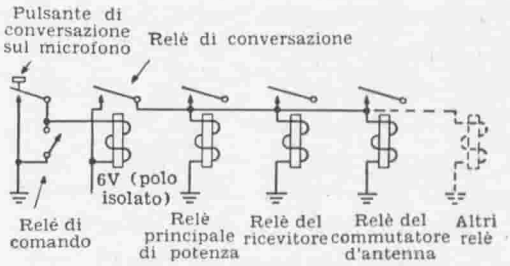


Figura 9.

CIRCUITO DEI RELE' DI COMANDO

Schema semplificato del circuito consigliato per il comando del trasmettitore mobile. Il piccolo relè di conversione è comandato dal pulsante sul microfono o dal commutatore di conversazione. Allora uno dei contatti di questo relè controlla gli altri relè del trasmettitore; un lato delle bobine di ogni relè supplementare controllato deve essere a terra.

« contattore » a forte carico per il dinamotore o per il vibratore, con questo relè.

Il sistema che permette di agire direttamente su un solo relè con il pulsante di conversazione, avendo tutti gli altri relè sotto controllo di questo soccorritore, elimina la difficoltà, che spesso si incontra, quando l'inserzione di una parte dell'apparecchio chiude i relè di altre parti come conseguenza del fatto che le bobine dei relè sono poste in serie tra loro e coi circuiti dei filamenti. Nella figura 9 è illustrato un circuito di controllo generale in cui solo il relè principale ha un capo della bobina connessa al punto « caldo » del circuito a 6 V, mentre tutti gli altri relè hanno un lato connesso a massa. Un ulteriore vantaggio di questo circuito è che solo un filo di comando fa capo ad un estremo della bobina di ciascun relè, essendo messo a massa l'altro estremo.

Il relè d'alta intensità con solenoide a 6 V che funge da contattore nell'alimentatore PE103A ed è usato per avviamento nelle automobili, assorbe normalmente 1,5 ÷ 2 A. Benchè più costoso si può trovare un relè d'alta intensità a 6 V di tipo usuale capace di interrompere 30 A in un circuito a 6 V, con una bobina d'eccitazione che assorbe meno di 0,5 A.

Nell'acquitare i relè si tenga presente che la corrente sopportabile dai contatti non è un dato fisso ma dipende dalla tensione, dall'essere questa continua o alternata ed infine dal fatto che il circuito sia resistivo o induttivo. In caso di dubbio, attenersi alle indicazioni del costruttore. Si ricordi inoltre che un dinamotore presenta una prolungata sovraccorrente finchè il rotore non comincia a ruotare e perciò il relè d'inserzione deve essere dimensionato per una corrente sensibilmente superiore a quella normale.

Microfoni e circuiti relativi

Il microfono più usato per apparati mobili è il tipo a carbone semplice. Con un microfono ad alta uscita e con un trasformatore di rapporto elevato è possibile eccitare anche uno stadio in controfase realizzato con due 6L6 senza ricorrere ad alcun preamplificatore. Vi sono tuttavia notevoli differenze nelle potenze d'uscita dei vari microfoni a carbone semplice, ed altrettante nei rapporti dei diversi tipi di trasformatori per microfoni. E perciò è generalmente necessario almeno uno stadio amplificatore per microfono.

Uno dei più soddisfacenti microfoni a carbone è il Western Electric F1 (o il tipo equivalente Autelco). Questo microfono ha un'uscita molto alta quando fun-

ziona a 6 V ed una buona fedeltà di riproduzione della parola. Quando non si usa uno stadio preamplificatore, il trasformatore microfonico deve avere un primario di 50 Ω (piuttosto che 200 o 500 Ω) ed un secondario di almeno 150.000 Ω, o meglio di 250.000 Ω.

I microfoni più facilmente reperibili hanno una resistenza più alta (200÷500 Ω) ed un'erogazione inferiore; essi richiedono normalmente uno stadio di amplificazione per microfono, salvo quando sono usati con uno stadio modulatore di potenza molto bassa.

A meno che non sia usata una unità tipo Fl nella normale custodia, il contatto alla capsula presenta talvolta qualche difficoltà. Per limitarne il possibile danneggiamento conviene effettuare la saldatura alla capsula in un suo spigolo operando rapidamente e con poca lega saldante, per evitare il riscaldamento dell'intera capsula.

Una capsula microfonica tolta da uno dei complessi che si possono trovare fra i ricuperi potrà dare, se usata con un trasformatore ad alto rapporto, una tensione d'eccitazione sulla griglia del modulatore pressochè uguale a quella ottenibile con un'unità F1, col vantaggio di non richiedere una forte corrente sulla capsula nè un filtro antironzio. Si realizza così un microfono dinamico indicato più per l'alta uscita che per la massima fedeltà.

In figura 10 è disegnato un normale circuito di collegamento per un microfono a carbone semplice, provvisto di pulsante di conversazione. Praticamente tutti i microfoni a capsula semplice usati negli apparati militari portatili che si trovano fra i ricuperi bellici, hanno un circuito simile.

Vi è una crescente tendenza degli operatori con apparati mobili per l'uso di microfoni aventi migliori caratteristiche di frequenza e distorsione rispetto ai tipi normali a capsula semplice. Il tipo dinamico ad alta impedenza è forse il più usato, seguito dal tipo a cristallo-ceramico. Il tipo usuale a cristallo non è adatto per stazioni mobili poichè il cristallo può essere danneggiato dalle elevate temperature che possono verificarsi in un'auto chiusa, parcheggiata al sole, specie in estate.

L'uso di microfoni a basso livello nelle stazioni mobili richiede molta attenzione per l'eliminazione degli inconvenienti dovuti alla massa del cavo schermato che corre dal trasmettitore al microfono, che deve essere fatta in un sol punto preferibilmente in stretta vicinanza della griglia del primo tubo dell'amplificatore audio.

I microfoni a basso livello richiedono normalmente l'aggiunta

di due stadi amplificatori (un pentodo ed un triodo), ma questi stadi assorbono di solito soltanto 1÷2 mA di corrente anodica e 150 mA per tubo di corrente di riscaldamento dei filamenti.

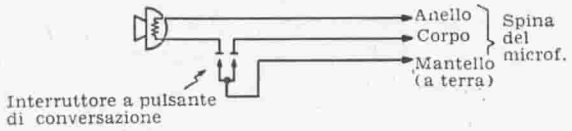


Figura 10.

COLLEGAMENTO NORMALE PER IL PULSANTE DI CONVERSAZIONE E PER IL MICROFONO MANUALE A CAPSULA SEMPLICE

Alimentazione con dinamotore PE-103A

A causa della facile reperibilità nei ricuperi bellici a basso prezzo, e dell'idoneità per l'uso con gli apparati di massima potenza che si possono usare in una automobile senza ricorrere a batterie supplementari o a speciali generatori, il dinamotore PE-103A è forse il tipo più largamente usato dai dilettanti. Perciò si daranno qui alcune utili notizie su questa unità.

L'erogazione normale è di 160 mA a 500 V, ma la tensione d'uscita varia naturalmente col carico ed è leggermente più alta con la batteria sotto carica. In effetto l'erogazione di 160 mA è per uso continuo, mentre per uso intermittente si possono derivare 275 mA, senza surriscaldamento e senza danno, o eccessivo consumo delle spazzole e del collettore. Con questa corrente l'unità non deve funzionare in modo continuativo per più di 10 min. ed il tempo medio di inserzione non deve superare la metà del tempo di esclusione.

La tensione d'uscita in funzione della corrente erogata è data approssimativamente dal grafico di figura 11. L'esatto valore di tensione dipende anche dalla caduta nella resistenza del cavetto di collegamento del primario, nonchè dall'essere o meno la batteria sotto carica. L'assorbimento di corrente primaria del dinamotore (esclusi i relè) è di circa 16 A a 100 mA di erogazione, di 21 A a 160 mA, di 26 A a 200 mA e di 31 A a 250 mA.

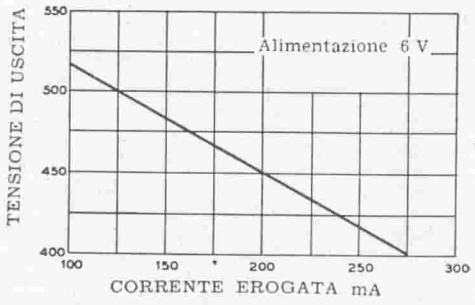


Figura 11.

DIAGRAMMA DELLA TENSIONE DI USCITA IN FUNZIONE DELLA CORRENTE EROGATA DAL DINAMOTORE PE-103A

Soltanto pochi dei componenti montati sul basamento sono assolutamente necessari in un'installa-

zione mobile per dilettanti, ed alcuni di essi possono essere parte integrante del trasmettitore. Il basamento può essere tolto per utilizzare i componenti e le parti in ferro, oppure il dinamotore può essere acquistato senza base.

Per togliere la base si procede nel modo seguente. Si allentano i quattro dadi sulla piastra di base e si toglie il coperchio. Si tolgono le quattro viti che fissano il dinamotore alla piastra di base. Si contrassegnano le estremità dei quattro fili che escono dal dinamotore, si liberano i capocorda e si sfilano dai due anelli di gomma posti nella base del dinamotore quando questo ne viene distaccato. Può essere necessario piegare gli occhielli dei capicorda per poterli far passare attraverso gli anelli di tenuta.

Si tolgono poi le due scatole d'estremità del dinamotore fissate, ciascuna, con due viti. Si identifica facilmente il commutatore d'alta tensione per il maggior diametro e per i più stretti segmenti. Vicino a questo vi è il commutatore a 12 V mentre dall'altra parte dell'armatura si trova quello a 6 V. Le spazzole del commutatore a 12 V si possono togliere, se si prevede di lavorare soltanto a 6 V, per ridurre l'attrito.

Se la parte dinamotore dell'unità PE-103A è del tipo Pioneer VS-25 o Russel I-530, i fili che vanno ai porta-spazzole a 12 V possono essere collegati in parallelo ai porta spazzole a 6 V con ponticelli di filo di grande sezione. Uno dei fili distaccati dai terminali delle spazzole a 12 V è la treccia del primario a 12 V e deve restare libera; l'altro filo deve essere connesso al terminale opposto per formare uno dei ponticelli.

Con tale sistemazione è necessario soltanto togliere le spazzole a 6 V e rimettere quelle a 12 V nel caso che il collettore a 6 V risulti eccessivamente sporco, o consumato. Non si noterà alcuna differenza nell'uscita; ma siccome le spazzole a 12 V sono più leggere di quelle a 6 V non si potrà erogare più di 150 mA, se non in caso di emergenza, finchè il collettore a 6 V non è ripulito, o riparato. A 150 mA o meno, le spazzole a 12 V durano quanto quelle a 6 V.

La ragione per cui questi particolari dinamotori possono essere usati in tal modo risiede nel fatto che vi sono due avvolgimenti a 6 V sull'armatura ed essi vengono usati in serie nel funzionamento a 12 V usando contemporaneamente i due collettori. La disposizione descritta sopra sostituisce semplicemente all'ordinario avvolgimento a 6 V l'avvolgimento ed il collettore che normalmente entrano in funzione solo per i 12 V. Alcuni dilettanti hanno rife-

rito che la regolazione del PE-103A può esser migliorata funzionando con entrambi i collettori in parallelo sui 6 V.

I tre fili che così escono dal dinamotore sono identificati come segue: il filo più sottile è il positivo d'alta tensione; il filo più grosso uscente dallo stesso anello di tenuta in gomma fa capo al positivo a 6 V ed al negativo dell'alta tensione; il filo grosso uscente dall'altro anello di tenuta è il negativo a 6 V. Il negativo dell'alta tensione può essere assunto come punto di massa del telaio, comunque la batteria dell'auto abbia a massa il positivo o il negativo. In quest'ultimo caso la corrente anodica si chiude attraverso la batteria e l'avvolgimento d'armatura. Ciò pone semplicemente 6 V in serie coi 500 V è dà una tensione anodica maggiorata di 6 V.

Il baule dell'auto diventa molto caldo in estate e se il trasmettitore ed il dinamotore sono installati nel baule si consiglia di lasciare il dinamotore senza le due scatole d'estremità per facilitare il raffreddamento. Ciò è specialmente importante in climi caldi e se il dinamotore deve erogare più di 200 mA.

Quando si rimontano le spazzole su un PE-103A si veda se esse sono marcate « + » o « — ». In tal caso bisogna montarle correttamente non essendo di ugual materiale. Il dinamotore deve essere marcato per poter rilevare quale portaspazzole è negativo, o positivo.

Quando si usa un PE-103A, o un qualsiasi dinamotore per tale uso, può essere necessario destinare una coppia di contatti su uno dei relè di comando per interrompere la tensione anodica o di schermo dell'oscillatore, se è fornita dal dinamotore, perchè l'uscita di questo ha un momento in cui va a zero quando si interrompe la potenza primaria.

Soppressione dei disturbi

Una soddisfacente ricezione sulle frequenze superiori alla banda di radio diffusione richiede maggior attenzione nella soppressione dei disturbi. I metodi richiesti variano con le particolarità del veicolo e con la gamma di frequenza.

La maggior parte dei vari tipi di disturbi che possono presentarsi in un veicolo rientra nelle seguenti categorie principali:

1) Disturbi d'accensione;

2) Disturbi di rotazione (cerchioni, freni, cuscinetti) causa di intermittenze nel circuito di massa;

3) Scintillìo ai contatti del regolatore di tensione;

4) Uggiolìo dovuto al collettore a segmenti isolati;

5) Disturbi per connessioni in-

certe fra le varie parti della carrozzeria.

Non è necessario sopprimere completamente i disturbi d'accensione poichè alle più alte frequenze i disturbi d'accensione dei veicoli che passano rendono comunque necessario un limitatore di disturbi. Tuttavia, il limitatore non deve essere troppo sovraccaricato poichè, a causa dell'alta velocità della macchina, un sistema d'accensione rumoroso tende a mascherare i segnali deboli, anche se col limitatore di disturbi lo scoppiettìo d'accensione può sembrare eliminato completamente.

Un'altra ragione a favore di una buona soppressione dei disturbi d'accensione alla sorgente risiede nel fatto che gli impulsi d'accensione comportano energia sufficiente per sovraccaricare il circuito di controllo automatico del ricevitore, causando una diminuzione di guadagno ogni qual volta la macchina accelera. Poichè i circuiti di CAV del ricevitore non risentono beneficio da un limitatore di disturbi, è importante che i disturbi d'accesione siano abbastanza attenuati all'origine in modo che il CAV non ne sia influenzato anche quando il motore va ad alta velocità.

Disturbi d'accensione

Il metodo seguente si è dimostrato adatto a ridurre i disturbi dovuti all'accensione nella quasi totalità delle automobili, ad un livello tale che il limitatore può funzionare soddisfacentemente a qualsiasi frequenza da 500 kHz a 148 MHz. Alcuni provvedimenti potranno già essere stati presi all'atto dell'installazione del ricevitore.

Per prima cosa occorre installare un soppressore di scintillio su ogni candela. Questi ultimi sono più efficaci dei limitatori e su alcune auto il disturbo d'accensione viene ridotto ad un livello soddisfacente semplicemente con la loro installazione. Tuttavia essi non possono dare un risultato adeguato da soli dopo essere stati in servizio per qualche tempo ed è buon criterio adottare i seguenti provvedimenti.

Si esaminano tutte le concessioni ad alta tensione per le candele e particolarmente le pinze terminali di innesto largamente usate. Si sostituiscono tutti i vecchi conduttori ad alta tensione che possono aver perduto l'isolamento.

Si osserva se qualche conduttore ad alta tensione è accoppiato con conduttori a bassa tensione, o se corre nella stessa sede. In tal caso rifare i collegamenti a bassa tensione onde ottenere il massimo allontanamento da quelli ad alta.

Si dispone in derivazione ad ogni estremo dei fili a 6 V che col-

legano la bobina spinterometrica al ruttore d'accensione un condensatore a carta in custodia stampata da 0,1 μF, in parallelo con un condensatore a mica, o ceramico, di 1000 pF, usando collegamenti molto corti.

Ci si assicura che il cofano faccia un buon contatto alla massa dell'auto in più punti. Si trovano speciali contatti di massa per unire le graffature del cofano dell'auto che altrimenti renderebbero problematico il collegamento a massa.

Se la bobina ad alta tensione è montata sotto il cruscotto, può essere necessario schermare il filo ad alta tensione fino al divisorio metallico che separa dal motore, a meno che non sia già schermato con una blindatura flessibile.

Disturbi di rotazione

Sono dovuti sia a cariche elettrostatiche generate dalla rotazione dei cerchioni, dei pneumatici e dei tamburi dei freni, oppure a disturbi creati da cattivi contatti fra le ruote anteriori ed i rispettivi mozzi (a causa del grasso nei cuscinetti). Quest'ultimo tipo di disturbi raramente è causato dalla ruote posteriori, mentre i disturbi elettrostatici di rotazione possono naturalmente essere creati da tutte le quattro ruote.

I disturbi di rotazione possono essere eliminati con l'inserzione di molle di massa sotto le calotte frontali dei mozzi. Questi dispositivi sono reperibili presso i negozi auto-radio ed i magazzini di parti radio.

Scintillio del regolatore di tensione

Alcuni regolatori di tensione generano un dannoso brusìo alle più alte frequenze e particolarmente nella gamma delle VHF. Un condensatore di deviazione di elevata capacità nuoce al funzionamento del regolatore e danneggia le puntine di contatto. Si può però usare una piccola capacità senza perturbare il funzionamento del regolatore. Un piccolo condensatore di deviazione ha infatti buona efficacia alle frequenze a cui il brusìo diventa apprezzabile a cioè a circa 20 MHz. Un condensatore a mica di 1000 pF posto fra i terminali del regolatore e la massa con brevi collegamenti determina in generale un sufficiente miglioramento.

Se non ci fosse, si potrà aggiungere una bobina d'arresto costituita da circa 60 spire di filo ∅ 1 mm a due coperture di cotone, o di filo da campanelli, avvolte su un nucleo di 20 mm. Questa bobina deve essere inserita vicino ai terminali del regolatore ed i condensatori di derivazione derivati tra l'estremità delle bobine verso il generatore e la massa.

Uggiolìo del generatore L'uggiolìo provocato dal generatore, noto anche coi nomi di « urlìo » o « brontolìo » del generatore, può spesso essere eliminato nella gamma di frequenze da 550 kHz a 148 MHz derivando semplicemente fra i terminali dell'armatura e la massa uno speciale condensatore di deviazione auto-radio di 0,25 ÷ 0,5 μF in parallelo con un condensatore a mica o ceramico di 1000 pF. Al primo, che viene normalmente applicato al generatore quando si installa un autoradio, deve essere aggiunto il condensatore a mica o ceramico con collegamenti molto brevi per avere un funzionamento altrettanto buono sulle più alte frequenze e su quelle di radio diffusione.

Qualora si richiedano più drastiche misure, si possono inserire adatti filtri. Questi sono particolarmente indicati nei casi più gravi in cui viene interessato un largo campo di frequenze. Per la ricezione su una sola banda relativamente ristretta, quale ad esempio quella dei dilettanti su 10 m, un filtro molto efficace può essere improvvisato collegando tra i condensatori di deviazione prima descritti e le armature del generatore una bobina risonante. Questa può esser costruita con filo smaltato di ∅ 2,5 mm avvolto su adatto nucleo ed accordata con un piccolo condensatore variabile (compensatore) sulla frequenza centrale della banda interessata. Per la banda di 10 m si avvolgono 11 spire su un nucleo di ∅ 25 mm disponendo in parallelo un compensatore a mica del tipo a compressione da 3-30 pF. Il conpensatore deve essere regolato sperimentalmente sulla frequenza centrale.

Quando l'uggiolìo del generatore si manifesta anche dopo aver provveduto come sopra ad un soddisfacente silenziamento si devono controllare le condizioni delle spazzole e del collettore. A meno che il condensatore di deviazione non sia interrotto, un eccessivo disturbo indica che le spazzole o il collettore richiedono una revisione per prevenire guasti al generatore.

Disturbi elettrostatici dovuti alla carrozzeria Giunzioni allentate nella carrozzeria o nel telaio possono produrre disturbi quando l'auto è in moto, specie su strade cattive.

Individuare l'origine di questi disturbi non è facile ed il metodo più semplice è di ripassare tutti i serraggi del veicolo nella speranza di eliminare i cattivi contatti origine del disturbo. L'uso di collegamenti a treccia tra le varie se-

zioni della carrozzeria e del telaio si è pure dimostrato molto utile.

Osservazioni varie Vi sono altre sorgenti potenziali di disturbi sulle automobili, ma esse non sempre danno luogo ad interferenze apprezzabili e perciò richiedono d'essere esaminate solo in alcuni casi.

I misuratori di temperatura, di pressione dell'olio e di livello della benzina possono causare rumori di raspìo. Il livello della benzina è quello che più facilmente causa disturbi, ma soltanto quando il veicolo oscilla o è in moto. Sul misuratore di livello e sul quadrante indicatore, devono essere derivate coppie di condensatori di deviazione costituite da un condensatore a carta da 0,1 μF e da uno a mica o ceramico da 1000 pF.

Ad alta velocità e sotto particolari condizioni atmosferiche si possono avere disturbi per effetto corona o di velocità, a meno che non si prendano opportuni provvedimenti. Le antenne a stilo per radioricevitori sono spesso provviste di una sferetta di materiale plastico nelle punte per ridurre questo tipo di disturbi che consiste semplicemente nella scarica dell'elettricità generatasi per attrito sul veicolo. Uno stilo la cui estremità metallica sia appuntita presenta un punto favorevole per le scariche elettrostatiche e causa disturbi ad una tensione molto inferiore a quella degli stili con cappuccio isolante. Un pezzo di vinilite infilato sulla sommità dello stilo previene questo tipo di disturbi anche nelle peggiori condizioni. Un'altra soluzione consiste nell'avvolgere la sommità con nastro gommato isolante tipo « Scotch ».

In generale non è consigliabile, dal punto di vista del funzionamento del motore, usare tanto i soppressori di scintilla sulle candele quanto un soppressore al distributore. A meno che la spaziatura del rotore del distributore non sia eccessiva, i disturbi causati dallo scintillìo non sono gravi e possono essere attenuati soddisfacentemente da un limitatore. In caso contrario è preferibile schermare il collegamento «caldo» tra la bobina d'accensione e il distributore piuttosto che usare un soppressore.

In molti casi le aste di comando, i cavi del tachimetro ecc. captano disturbi ad alta tensione sotto il cofano e li convogliano sotto il cruscotto dove causano disturbi. Occorre allora collegare tali organi alla lamiera divisoria tra motore e cruscotto nel punto in cui essi l'attraversano usando corte trecciole di conveniente sezione.

Sovente può essere necessario connettere il motore al telaio in

corrispondenza dei supporti di gomma nel modo suddetto. Se si usa uno stilo montato posteriormente, anche il tubo di scappamento deve essere connesso al telaio se è sostenuto da supporti di gomma.

Localizzazione delle sorgenti di disturbi

La determinazione delle sorgenti di certi tipi di disturbo è resa difficile quando più cause contribuiscono al disturbo stesso, in quanto l'eliminazione di una causa porta ad una diminuzione inapprezzabile sul disturbo risultante. Si consiglia perciò di seguire il seguente procedimento di identificazione.

I disturbi d'accensione sono presenti solo quando l'interruttore è chiuso, anche se il motore ruota.

I disturbi del generatore si manifestano quando il motore è in moto indipendentemente dall'essere aperto, o chiuso l'interruttore d'accensione.

I disturbi dell'indicatore di livello della benzina normalmente sono presenti solo quando l'interruttore d'accensione è chiuso.

I disturbi elettrostatici di ruota persistono anche quando la frizione è libera e l'interruttore d'accensione è aperto, cosicchè l'auto si muove per inerzia.

I disturbi di carrozzeria si notano maggiormente su strade sconnesse che su strade lisce e particolarmente a bassa velocità.

CAPITOLO SECONDO

Ricevitori e ricetrasmettitori

Sono pochi ormai coloro che si dedicano alla costruzione di radioricevitori per uso proprio, dato che sul mercato sono disponibili ottimi apparati in grado di coprire tutte le gamme d'onda che possano interessare i radiodilettanti. Inoltre, vi sono ricevitori praticamente a qualunque prezzo. Però anche i più modesti ricevitori sono sempre relativamente costosi e inoltre quasi tutti i radioricevitori esistenti in commercio sono progettati in base a compromessi tali da soddisfare, con la minima spesa, il maggior numero possibile di utenti.

I costruttori di radioricevitori professionali di tipo commerciale fanno del loro meglio per accontentare le varie esigenze. Tuttavia è evidente che ad un radio-amatore che lavori in grafia non interessa avere un ricevitore ad alta fedeltà e che sia dotato di indicatore di intensità di campo, mentre ad un radioamatore che preferisca lavorare in fonia non interessa avere un ricevitore munito di filtri a quarzo, che invece sono necessari nei radioricevitori atti a ricevere segnali telegrafici.

Inoltre, mentre per i radioamatori può essere necessario disporre di un radioricevitore che copra gamme di frequenza molto ampie, i radiodilettanti preferiscono per lo più avere un ricevitore con gamme di frequenza molto strette.

Spesso, per ragioni di economia e per facilità di allineamento, nei circuiti a radiofrequenza dei ricevitori commerciali vengono impiegate bobine con Q piuttosto basso, col risultato di ottenere ricezioni che possono risultare affette da una notevole modulazione incrociata, oltre al pericolo di sovraccarico nel ricevitore qualora esso viene installato in località prossime a stazioni trasmittenti, specialmente se di forte potenza.

In considerazione di quanto sopra, avviene molto raramente che

l'acquirente di un radioricevitore commerciale lo trovi pienamente rispondente alle sue esigenze, a meno che non spenda cifre rilevanti, non sempre giustificate dalle prestazioni che il radiodilettante desidera ottenere dal suo ricevitore. Bisogna anche tener presente che molti radioamatori desiderano autocostruire i loro ricevitori, soprattutto per la soddisfazione che essi provano nell'usare un apparato di loro creazione.

È nostra opinione che i radioricevitori che descriviamo in questo capitolo sono in grado di soddisfare le esigenze di molti radiodilettanti, compresi coloro che già possiedono un radioricevitore di tipo commerciale. Questi radiodilettanti potranno confrontare il ricevitore da essi costruito con il ricevitore commerciale da essi posseduto o acquistato, e molto spesso rimarranno favorevolmente sorpresi da questo confronto.

Normalmente, appena si è finito di eseguire i collegamenti di un ricevitore, si ha l'ansia di metterlo subito in funzione e ciò provoca spesso danni costosi e notevoli perdite di tempo. Si consiglia vivamente, prima di accendere un ricevitore appena montato, di controllare accuratamente i collegamenti allo scopo di accertarsi che non si siano commessi errori. Possibilmente, è meglio fare eseguire questo controllo da un'altra persona, per maggiore sicurezza.

La ragione di questa raccomandazione è la seguente: alcuni tubi possono venire irrimediabilmente danneggiati dalla applicazione di errate tensioni ai loro elettrodi. Inoltre i condensatori elettrolitici vengono inevitabilmente rovinati quando la tensione ad essi applicata ha polarità invertita. Infine, eventuali errori nei collegamenti ad alta tensione dei ricevitori provocheranno molto probabilmente il danneggiamento dei trasformatori, delle impedenze o delle bobine di blocco. In questo capitolo forniremo anche i suggerimenti atti a scongiurare questi pericoli.

Contrariamente a come avviene per gli amatori di radioaudizioni circolari, un radiodilettante non è veramente tale se non ha una completa conoscenza della tecnica delle radiocomunicazioni. Pertanto egli desidererà conoscere quanto più profondamente possibile le apparecchiature che impiega ed è questo uno dei motivi per cui i radiodilettanti, se ne hanno la possibilità, piuttosto che acquistare, preferiscono autocostruire almeno una parte delle apparecchiature della loro stazione. Tali radiodilettanti trarranno, dalla costruzione delle loro apparecchiature, una soddisfazione almeno uguale a quella che essi ricavano dall'uso

Figura 1.

NOMENCLATURA DEI COMPONENTI

CONDENSATORI

1) Le capacità inferiori a 999 $\mu\mu$F vengono indicate in unità.
Esempio: 150 $\mu\mu$F viene indicato con 150.

2) Le capacità superiori a 999 $\mu\mu$F vengono indicate con decimali .
Esempio: 0,005 μF viene indicato con 0,005 oppure .005.

3) I valori più alti di capacità vengono indicati con il loro stesso valore. Esempio: 10 μF, 0,5 μF etc.

4) Il tipo di condensatore viene indicato sotto il numero che ne definisce il valore. Il significato delle lettere è il seguente:

SM = Mica argentata
C = Ceramico
M = Mica
P = Carta

Esempio: $\frac{C}{250}, \frac{P}{0,1}, \frac{M}{0,001}$.

5) La tensione di lavoro cui debbono poter sottostare i condensatori elettrolitici e i condensatori filtro è indicata sotto il numero che definisce la capacità del condensatore stesso.

Esempio: $\frac{10}{450}, \frac{20}{500}, \frac{25}{10}$,

6) Un trattino curvo nel simbolo che rappresenta un condensatore indica: l'armatura esterna (di massa) di un condensatore a carta; l'elettrodo negativo di un condensatore elettrolitico; oppure il rotore di un condensatore variabile.

RESISTORI

1) I valori di resistenza vengono dati in ohm, migliaia di ohm (k) e milioni di ohm (M).
Esempio:

270 ohm = 270 Ω
4.700 ohm = 4,7 kΩ
33.000 ohm = 33 kΩ
100.000 ohm = 100 kΩ oppure 0,1 MΩ
33.000.000 ohm = 33 MΩ.

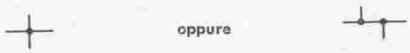
2) Se non altrimenti specificato, tutti i resistori sono da 1 W di dissipazione e del tipo ad impasto. Eventuali dissipazioni differenti vengono riportate sotto il valore di resistenza.

Esempio: $\frac{0,5}{47/k\Omega}$.

INDUTTANZE

Microhenry = μH
Millihenry = mH
Henry = H

SIMBOLI DEGLI SCHEMI



Conduttori in collegamento elettrico

Conduttori che si incrociano non collegati

Massa del telaio

delle apparecchiature stesse sia che si tratti di trasmettitori quanto di ricevitori.

Il ricetrasmettitore

Durante gli ultimi anni è diventato popolare l'impiego dei ricetrasmettitori su « cinque metri di lunghezza d'onda » (60 MHz), ciò essendo divenuto possibile con l'avvento dei nuovi tubi e con la scoperta di nuovi circuiti.

In breve, il ricetrasmettitore è una stazione radio assai compatta nella quale, in un unico involucro e alimentati da un unico alimentatore, sono contenuti un ricevitore e un trasmettitore.

L'attuale tendenza verso la realizzazione di apparati sempre più compatti e la tendenza sempre

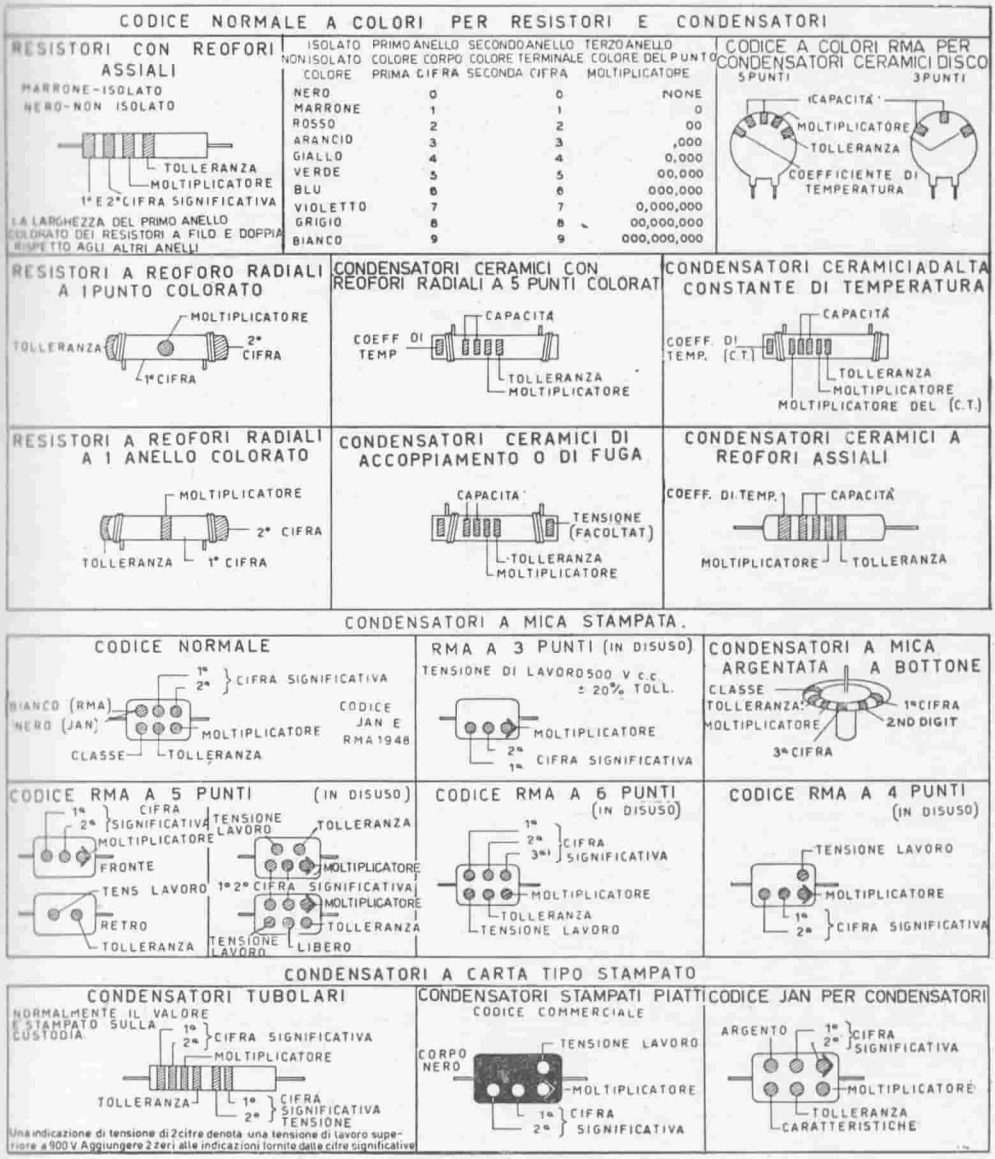


Figura 2.

NORMALI CODICI A COLORI PER RESISTORI E CONDENSATORI

I normali codici a colori forniscono le necessarie informazioni atte ad identificare correttamente valori e prestazioni di resistori e condensatori marcati con colori. Riferirsi al codice a colori per i valori numerici, e per il numero di zeri (moltiplicatore) da far seguire al valore dato dalle cifre significative. Un quarto anello colorato sul corpo dei resistori definisce la tolleranza sul valore ohmico, come segue:

Oro = ± 5% Argento = ± 10%

L'assenza di un quarto anello colorato sta ad indicare che il resistore è al ± 20% di tolleranza. La tolleranza sul valore dei condensatori è indicata dal codice a colori.

Per esempio: Rosso = ± 2% Verde = ± 5%

La tensione di lavoro dei condensatori viene ottenuta moltiplicando il valore indicato col codice, per 100.

Per esempio: Arancio = 3 x 100 = 300 V

crescente verso l'impiego di apparati a banda laterale unica vengono oggi soddisfatte dalla realizzazione di ricetrasmettitori di dimensioni ridotte.

In questo capitolo vengono trattati vari circuiti di ricetrasmettitori atti a funzionare sulle bande di frequenza più alta assegnate ai radiodilettanti. Il radiodilettante potrà prendere l'avvio da questi semplici circuiti e, usando moderni tubi miniatura e subminiatura e componenti di dimensioni ridotte, potrà progettare e costruire la sua stazione ricetrasmittente dentro una custodia non più grande di quella che, anteguerra, serviva a contenere il solo ricevitore.

2-1 Componenti e circuiti

È prassi normale di questo libro fornire, nella illustrazione dei vari schemi, le massime informazioni possibili. Allo scopo di rendere più agevole la lettura degli schemi, nei prossimi capitoli concernenti le realizzazioni costruttive si farà uso della nomenclatura riportata in figura 1.

Il valore elettrico di molti componenti circuitali di piccolo ingombro, come ad esempio resistori e condensatori, viene indicato con una serie di anelli colorati o di punti colorati situati sul corpo del componente stesso.

In passato sono stati usati molti codici a colori per indicare il valore dei componenti e attualmente ne sono in uso alcuni sotto forma modificata. I codici più importanti, perchè più frequentemente usati, sono riportati in figura 2.

Gli altri componenti radio, come ad esempio i trasformatori di alimentazione, i trasformatori a frequenza intermedia, le impedenze ecc., se di fabbricazione nordamericana, hanno i terminali co-

Figura 3.
CODICE A COLORE DEI COMPONENTI

TRASFORMATORI DI ALIMENTAZIONE

Terminali del primario: Nero
Se con prese intermedie:
Comune: Nero
Presa intermedia: Nero/giallo
Fine: Nero/rosso
Avvolgimento alta tensione: Rosso
Presa centrale: Rosso/giallo
Avvolgimento filamenti rettificatore: Giallo
Presa centrale: Giallo/bleu
Avvolgimento filamenti N.° 1: Verde
Presa centrale: Verde/giallo
Avvolgimento filamenti N.° 2: Marrone
Presa centrale: Marrone/giallo
Avvolgimento filamenti N.° 3: Grigio piombo
Presa centrale: Grigio piombo/giallo

TRASFORMATORI F.I.

Terminale anodo: Blu
Terminale B+: Rosso
Terminale griglia (o diodo): Verde
Terminale CAV (o massa): Nero

TRASFORMATORI AUDIO

Terminale anodo (primario): Blu o marrone
Terminale B+ (primario): Rosso
Terminale griglia (secondario): Verde o giallo
Ritorno di griglia (secondario): Nero.

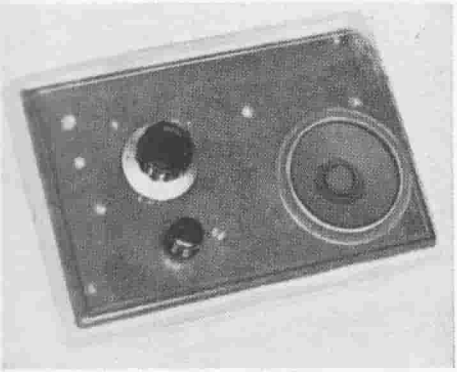


Figura 4.
RICEVITORE A DUE TRANSISTORI PER ONDE MEDIE ADATTO PER PRINCIPIANTI

Questo semplice ricevitore è alimentato da una sola batteria a 9 V, che ha un'autonomia sufficiente per molte ore di piacevole funzionamento. Il circuito comprende due transistori e un diodo. Esso è del tipo reflex. Per tale sua caratteristica esso sviluppa un forte volume di suono. A sinistra è visibile il comando di sintonia e sotto di esso vi è il regolatore di volume. L'altoparlante, del tipo miniatura, è a destra. Il ricevitore è contenuto entro una custodia di materiale plastico.

lorati secondo il codice indicato in figura 3. In tal modo si rende più facile la identificazione dei terminali stessi.

2-2 Semplice ricevitore radio portatile per onde medie, transistorizzato

Nelle figure 4, 5 e 6 è illustrato un radioricevitore per onde medie, di facile costruzione e nel quale vengono impiegati due transistori. Questo circuito è particolarmente adatto per i principianti.

Il ricevitore copre la gamma da 500 kHz a 1500 kHz e per funzionare non richiede alcuna antenna esterna, se viene impiegato in vicinanza di una potente stazione di radiodiffusione a onda media. Qualora si volessero ricevere stazioni deboli o lontane, sarà meglio adottare una antenna esterna.

Il ricevitore è alimentato da un'unica batteria a 9 V del tipo miniatura per transistori e sviluppa un volume sonoro sufficientemente alto, malgrado l'assorbimento di corrente sulla batteria sia tanto ridotto, da garantire un lungo periodo di autonomia alla batteria stessa.

Descrizione del circuito Il funzionamento del circuito risulta chiaro dall'esame dello schema elettrico di figura 5.

Il circuito accordato L_1-C_1 risuona alla frequenza della stazione che si vuol ricevere.

Una parte del segnale a radiofrequenza captato viene applicato alla base del transistore P-N-P tipo 2N112. Sulla bobina L_1 è ricavata una presa intermedia, che consente di adattare l'impedenza del circuito L_1-C_1 con la bassa impedenza della base del transistore.

Il transistore 2N112 è polarizzato sull'emettitore. Il segnale amplificato viene accoppiato capacitivamente dal circuito del collet-

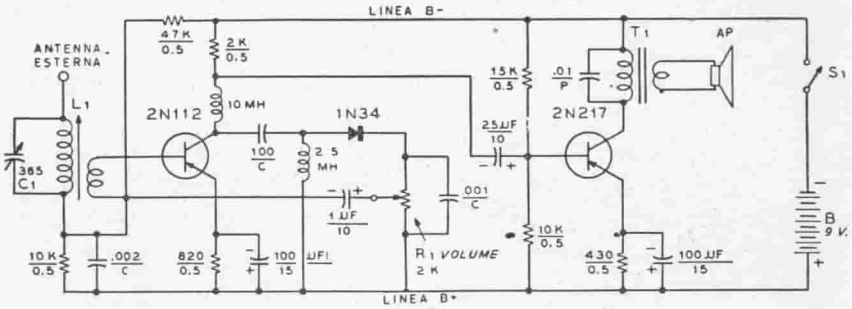


Figura 5.

SCHEMA ELETTRICO DEL RICEVITORE A TRANSISTORI PER ONDE MEDIE

B = Batteria per transistori, da 9 V
C_1 = Condensatore variabile da 365 μμF
L_1 = Antenna a ferrite
AP = Altoparlante magnetodinamico di 7,5 cm di diametro. Impedenza della bobina mobile 12 Ω.
T_1 = Trasformatore di uscita per transistori. Impedenza primario 500 Ω Impedenza secondario 12 Ω

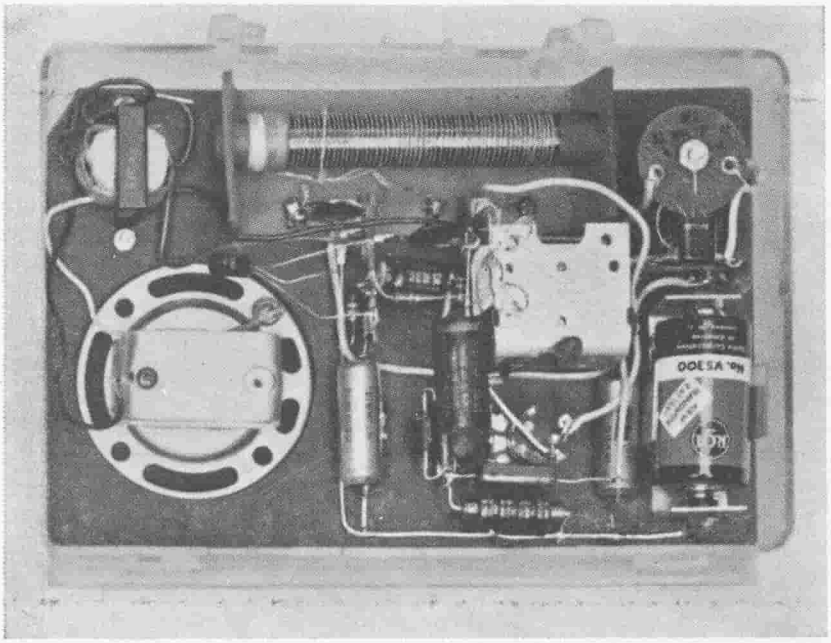


Figura 6.

IL RICEVITORE A TRANSISTORI VISTO INTERNAMENTE

L'altoparlante e il trasformatore di uscita sono montati a sinistra sul telaietto di masonite. In alto al centro vi è la bobina a radiofrequenza con nucleo in ferrite e immediatamente a destra di essa, vi è la impedenza a radiofrequenza da 10 mH, inserita sul circuito del collettore del transistore 2N112. In basso a destra vi è la batteria di alimentazione.

tore al diodo rettificatore 1N34. Il segnale rivelato dal diodo viene applicato al potenziometro R_1 da 2 kΩ che agisce da resistenza di carico del diodo. Questo potenziometro costituisce il regolatore di volume ad audiofrequenza del ricevitore. Il diodo funziona con circuito aperiodico, per cui la selettività del ricevitore corrisponde a quella del circuito accordato dello stadio amplificatore a radiofrequenza.

Il segnale ad audiofrequenza, determinato dalla posizione del cursore del potenziometro di volume R_1, viene applicato alla base dello stesso transistore amplificatore a radiofrequenza 2N112 che così funziona anche come amplificatore ad audiofrequenza.

Il segnale ad audiofrequenza amplificato, ed esistente ai capi del resistore da 2 kΩ di carico del collettore del transistore 2N112, viene accoppiato capacitivamente alla base del transistore P-N-P tipo 2N217, amplificatore ad audiofrequenza. Questo stadio è polarizzato tanto sulla base come sull'emettitore e il circuito del collettore è chiuso sul trasformatore di uscita.

Il carico ottimo di collettore, per il transistore 2N217, è di circa 500 Ω e con tale impedenza di carico, questo transistore sviluppa una potenza di 75 mW.

Il trasformatore T_1 adatta l'impedenza di carico del collettore con l'impedenza di 12 Ω della bobina mobile dell'altoparlante. Con massimo segnale, il ricevitore assorbe una corrente di 11 mA sulla batteria di alimentazione a 9 V.

Costruzione del ricevitore Tutto il ricevitore è montato su un telaietto di masonite misurante cm 18,7×9,8. Questo telaio penetra a misura in una custodia avente opportuni ancoraggi e munita di maniglia. Le dimensioni di questa custodia saranno di 19×12,7×4,1 cm, non comprendendovi la maniglia.

Dalla figura 6 è rilevabile la posizione da dare ai componenti di maggiore ingombro.

La bobina di antenna a ferrite è montata al centro, in alto, del telaietto, per cui essa risulta direttamente sotto la maniglia della custodia. Il condensatore di sintonia è posto immediatamente sotto l'antenna, verso destra. L'altoparlante, di dimensioni ridotte, è montato dentro un foro circolare eseguito sul telaietto verso sinistra e in basso. Il trasformatore di uscita T_1 è montato immediatamente sopra l'altoparlante. Il potenziometro regolatore di volume R_1 è sotto il condensatore di sintonia.

I contatti a molla per la batteria a secco da 9 V sono posti nel-

l'angolo destro, in basso, del telaietto. Sul telaietto, superiormente ai contatti a molla della batteria è posta una piastrina di carta bakelizzata con tre capofili. A tali capofili vanno saldati i terminali del transistore 2N112.

Prima di montare i componenti sul telaietto bisogna sistemare questo dentro la custodia di materiale plastico e, in base alla posizione dei vari comandi di regolazione, si eseguiranno sul coperchio della custodia i fori di passaggio degli alberini. In altri termini, il telaietto dovrà venire usato come maschera di foratura per la custodia.

Per eseguire il foro per l'altoparlante sul coperchio della custodia si potrà fare uso di una lama ad L, azionata da un trapano. Tutti i fori della custodia debbono essere eseguiti con cautela e la punta deve girare assai lentamente, per evitare che, per attrito, si generi un calore tale da rammollire il materiale.

Il transistore 2N217 è montato su un'altra piastrina di carta bakelizzata con tre capofili, montata fra l'altoparlante e il condensatore di sintonia.

L'impiego di un telaietto di materiale isolante non consente di impiegare il telaio stesso come circuito di ritorno per le masse del ricevitore. Pertanto tutti i ritorni di massa dovranno terminare ad una linea di massa, realizzata con filo di rame. Questa linea corrisponde alla linea B+ della figura 5. Essa, partendo dal contatto a molla collegato al polo positivo della batteria, cammina parallelamente al bordo inferiore del telaietto, per terminare poi al terminale di massa della bobina L_1 dell'antenna a ferrite.

A questa linea di massa vanno collegati tutti i componenti che normalmente, in un telaio metallico, andrebbero collegati alla massa del telaio stesso.

Nell'eseguire il montaggio, bisogna accertarsi della corretta polarità di collegamento dei condensatori elettrolitici e della batteria. Un eventuale collegamento errato di questi componenti danneggia quasi sicuramente e irrimediabilmente i transistori oppure altri componenti del circuito. Gli ultimi componenti da montare sul pannello sono i transistori.

Siccome i transistori sono sensibili al calore, è necessario attuare le note misure protettive durante l'esecuzione delle saldature. I reofori dei transistori vanno preventivamente ravvivati mediante una pinza a punte piatte e lunghe. La ravvivatura deve essere eseguita per tutta la lunghezza del reoforo, ossia dal corpo del transistore all'estremo del reoforo.

La capacità termica della pinza

a punte piatte servirà a dissipare il calore, evitando così che il calore del saldatore, propagandosi lungo il reoforo, possa giungere all'interno del transistore, danneggiandolo. Durante la saldatura, le pinze debbono essere tenute strette sul reoforo, fino a quando la saldatura stessa non si sia raffreddata.

Dopo aver eseguiti tutti i collegamenti, e dopo averli accuratamente controllati, si installerà la batteria, collegandone i poli ai contatti a molla e facendo attenzione a non invertirne la polarità. Dopo di ciò si potrà accendere l'apparato, azionando l'interruttore di alimentazione S_1.

Per controllare la corrente assorbita dai transistori durante il funzionamento si potrà, tenendo aperto l'interruttore S_1, inserire fra i suoi contatti un milliamperometro da 100 mA fondo-scala.

Siccome i transistori non richiedono alcun tempo per entrare in funzione, si dovrà constatare che, appena chiuso l'interruttore S_1, l'apparato inizia subito a funzionare.

Quando non si impiega l'antenna esterna, bisognerà ruotare il ricevitore in modo da orientare la antenna a ferrite nella direzione di più intensa ricezione della stazione che si desidera ricevere. Spesso le interferenze fra una stazione e un'altra, funzionanti su frequenze vicine, possono essere attenuate e anche eliminate orientando opportunamente il ricevitore, così da favorire la ricezione della stazione desiderata e indebolire quella della stazione interferente.

Con questo ricevitore, e senza antenna esterna si dovrà ottenere una forte ricezione in altoparlante della stazione locale di radiodiffusione.

2-3 Adattatore con filtro meccanico a 455 kHz

Si può migliorare la selettività e le prestazioni di un radioricevitore professionale, aggiungendo il semplice adattatore con filtro meccanico a 455 kHz che descriveremo in questo paragrafo. Con questo adattatore si migliorano le caratteristiche del radioricevitore, portandole quasi al livello di quelle dei più moderni e completi radioricevitori professionali.

L'adattatore che qui descriviamo va sostituito al primo tubo amplificatore a frequenza intermedia del ricevitore.

Molti moderni ricevitori di prezzo medio e quasi tutti i ricevitori di prezzo alto ma di costruzione non tanto recente, presentano un funzionamento soddisfacente sotto quasi tutti gli aspetti. Tali ricevitori, infatti, hanno una buona stabilità di frequenza e una sensi-

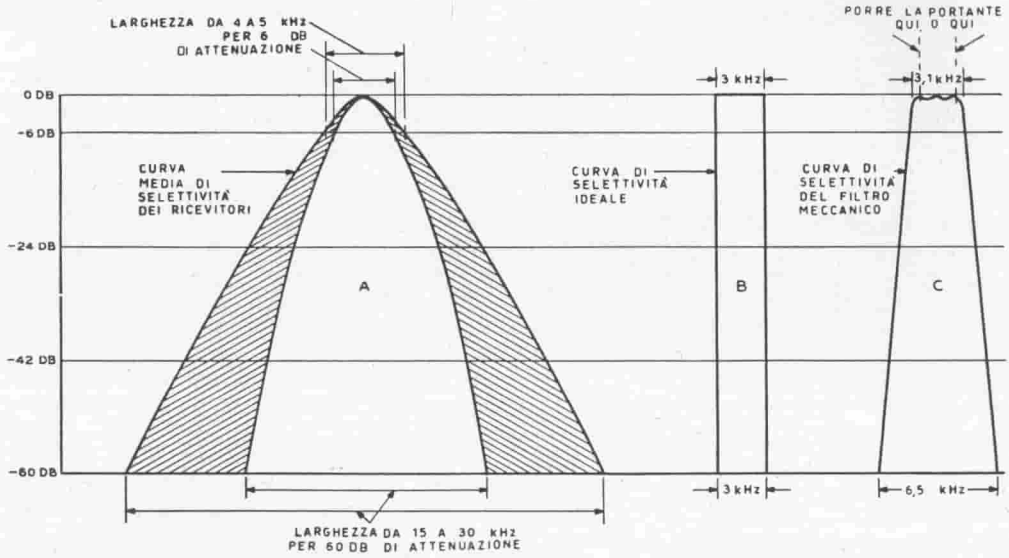


Figura 7.

CURVE DI LARGHEZZA DI BANDA PASSANTE, PER VARI SISTEMI DI FREQUENZA INTERMEDIA

Le curve di larghezza di banda passante riportate sopra rappresentano:

A - Curva di selettività di molti ricevitori ad una sola conversione di frequenza e di medio prezzo, con filtro a quarzo.

B - Curva di selettività ideale per ricezioni in fonia.

C - Curva di selettività di un filtro meccanico a 455 kHz, con larghezza di banda passante di 3,1 kHz.

bilità più che sufficiente agli scopi pratici. L'unico inconveniente che questi ricevitori possono presentare è che la loro selettività non è tanto spinta da attenuare sufficientemente gli eventuali forti segnali che, avendo frequenza di pochi chilocicli diversa rispetta alla frequenza del segnale che si vuol ricevere, interferiscono gravemente le ricezioni.

La parte tratteggiata della curva A di figura 7 rappresenta la caratteristica di selettività di un normale radioricevitore professionale di prezzo medio.

Malgrado che la punta di questa curva di solito sia larga solo qualche chilociclo, la attenuazione corrispondente a 60 db viene raggiunta soltanto per segnali distanti 7,5 a 15 kHz rispetto alla frequenza del segnale che si vuol ricevere. In altri termini in tali ricevitori la banda passante, per 60 db di attenuazione, è larga da 15 a 30 kHz. È evidente che in queste condizioni, un forte segnale la cui frequenza differisca di qualche

chilociclo rispetto a quella del segnale che si vuol ricevere riuscirà a coprire la ricezione della stazione desiderata e in qualche caso si può giungere addirittura al blocco del ricevitore per eccesso di segnale in arrivo.

Mediante l'adattatore a filtro meccanico che descriviamo si può conferire una nuova caratteristica di selettività al ricevitore.

Come si è detto, l'adattatore sostituisce il primo tubo amplificatore a frequenza intermedia (a 455 kHz) del ricevitore, senza dover apportare nel telaio alcuna variante ai collegamenti dello zoccolo di detto tubo. Basterà semplicemente collegare l'adattatore ad un alimentatore esterno (peraltro l'alimentazione può essere ricavata dal ricevitore stesso), togliere il primo tubo amplificatore a frequenza intermedia del ricevitore e collegare ai due piedini di una spina che si adatti allo zoccolo del tubo (corrispondenti alla griglia e all'anodo del tubo amplificatore), due spezzoni di cavo coassiale, alla maniera indicata in figura 9.

Questi cavi portano il segnale a frequenza intermedia che entra nell'adattatore e che esce da esso. A questo modo risulta possibile sistemare l'adattatore in un angolo del ricevitore, dove vi sia spazio sufficiente, oppure nella cassetta dell'altoparlante.

Considerazioni sulla selettività Si possono usare due sistemi per ottenere una caratteristica di banda passante che si avvicini alla caratteristica di selettività totale di un

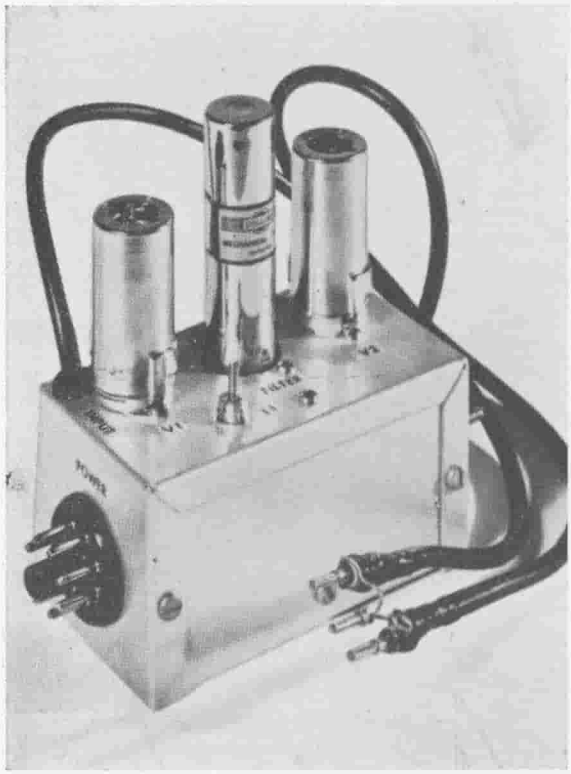


Figura 8.
ADATTATORE CON FILTRO MECCANICO A 455 KHz

Questo adattatore conferisce ottima selettività e elevate caratteristiche ad un radioricevitore professionale di tipo commerciale. A tale scopo basta soltanto sostituire con questo adattatore il primo tubo amplificatore a frequenza intermedia del ricevitore. I due tubi 6BJ6 sono sistemati nelle parti opposte del telaio e il filtro meccanico è posto fra essi. In primo piano sono visibili gli spinotti da inserire nello zoccolo, in sostituzione del tubo amplificatore a frequenza intermedia.

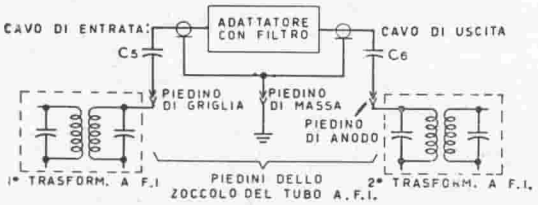


Figura 9.

COLLEGAMENTO FRA L'ADATTATORE CON FILTRO MECCANICO E IL RICEVITORE

L'adattatore viene inserito nello zoccolo del primo tubo amplificatore a frequenza intermedia del ricevitore. L'alimentazione può essere fornita dal ricevitore stesso.

radioricevitore ideale per segnali modulati in ampiezza. Questa selettività ideale è rappresentata dalla curva B di Fig. 7.

Uno dei due sistemi consiste nell'impiego di un filtro meccanico oppure di un filtro a traliccio di quarzi.

Il secondo sistema consiste nell'impiego di un canale di amplificazione a frequenza intermedia dotato di bobine con Q molto alto, in modo da poter ottenere la desiderata larghezza di banda passante. Questo secondo sistema richiede uno spazio piuttosto rilevante e inoltre risulta di difficile taratura. Peraltro, dato che esso richiede l'impiego di componenti di alta qualità, è piuttosto costoso.

Invece il filtro meccanico ha un ingombro assai ridotto.

Sono disponibili in commercio filtri meccanici aventi differenti larghezze di banda. Dote comune a tutti è la eccellente curva di selettività. Il costo di questi filtri non è molto maggiore di quello degli altri sistemi che presentino selettività corrispondente.

Nella curva C di figura 7 è riportata la curva di selettività di un filtro meccanico Collins da 6,2 kHz di larghezza di banda passante, adatto alla ricezione di segnali modulati in ampiezza o di segnali a banda laterale unica.

Descrizione del circuito

Nella figura 10 è riportato il circuito completo dell'adattatore con filtro meccanico. In questo adattatore sono impiegati due tubi tipo 6BJ6 (pentodi), allo scopo di compensare la perdita di inserzione del filtro.

L'adattatore preleva il segnale a frequenza intermedia (455 kHz) dal piedino corrispondente alla griglia controllo dello zoccolo del primo tubo amplificatore a frequenza intermedia. Tale segnale viene inviato all'adattatore tramite un condensatore C_5 di accoppiamento. Mediante uno spezzone di cavo coassiale, questo segnale arriva alla griglia del primo tubo (V_1) amplificatore a frequenza intermedia 6BJ6. Il circuito anodico di V_1 è accoppiato capacitivamente ai terminali di entrata del filtro meccanico. Si evita in tal modo che la corrente anodica del tubo 6BJ6 circoli nella bobina di entrata del filtro.

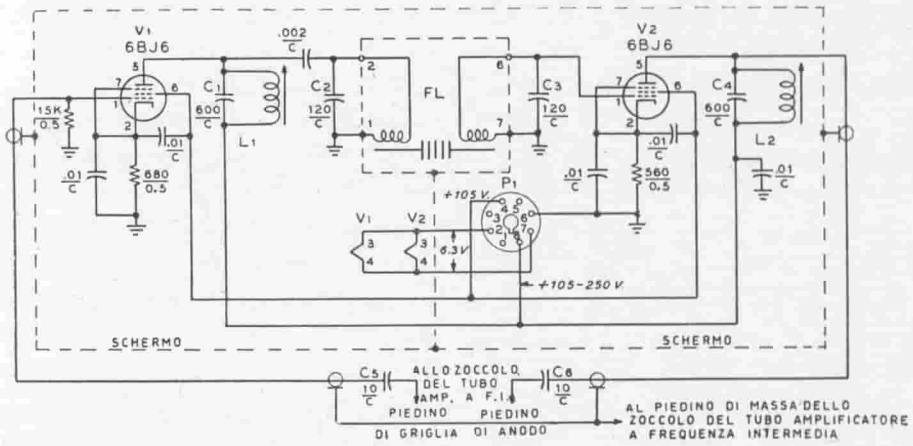


Figura 10.

SCHEMA ELETTRICO DELL'ADATTATORE CON FILTRO MECCANICO

C_1, C_4 — condensatori ceramici da 600 pF

C_2, C_3 — condensatori ceramici da 120 pF

C_5, C_6 — condensatori ceramici a tubetto da 10 pF

FL — filtro meccanico a 455 kHz (banda passante da 3,1 kHz) (Collins 455 j-31)

L_1, L_2 — bobina da 200 µH, con accordo a permeabilità

P_1 — spina octal maschio, con flangia fermacavo.

R_1 — 18 kΩ - 2 W. Posto fra i piedini 4 e 3 dello zoccolo, per tensioni di alimentazione superiori a 130 V. Per tensioni di alimentazione minori o uguali a 130 V usare un cavallotto di cortocircuito fra i piedini 4 e 8 (vedi testo). R_1 è il resistore di caduta per la tensione di griglia schermo.

Quando nella bobina di entrata del filtro non circola alcuna corrente continua, il filtro stesso può venire sottoposto a segnali molto ampi, senza che in esso avvengano saturazioni o inconvenienti di altro genere.

I condensatori fissi C_2 e C_3 accordano alla risonanza sul valore di frequenza intermedia, le due bobine di entrata e di uscita del filtro.

I terminali di uscita del filtro meccanico sono collegati direttamente al circuito di entrata del secondo tubo 6BJ6. A sua volta, il segnale di uscita di questo tubo viene accoppiato capacitivamente al circuito anodico del primo stadio a frequenza intermedia del radioricevitore attraverso un altro spezzone di cavo coassiale e un condensatore di accoppiamento C_6.

I circuiti accordati su 455 kHz collegati agli anodi di V_1 e di V_2 sono costituiti dalle bobine con nucleo ferromagnetico di taratura L_1 e L_2, in parallelo alle quali sono montati rispettivamente i condensatori C_1 e C_4.

I cavi coassiali di entrata e di

uscita dell'adattatore debbono essere lunghi circa 40 cm l'uno. Essi saranno del tipo RG-58/U.

Il cavo di entrata costituisce, insieme al condensatore di entrata C_5, un partitore di tensione capacitivo, dato che la sua capacità verso massa è di circa 40 μμF. Tale partitore provoca una riduzione del segnale applicato a V_1, portandolo a circa 1/4 del segnale esistente sul secondario del primo trasformatore a frequenza intermedia del ricevitore.

L'amplificazione totale dell'adattatore con filtro meccanico è stata tenuta volutamente bassa (pochi decibel al disopra della perdita di inserzione del filtro, perdita che è dell'ordine di 10 db), mediante l'uso di condensatori di accoppiamento di entrata e di uscita con capacità piccola e mediante l'impiego, nei due stadi amplificatori dell'adattatore, di resistori di autopolarizzazione catodica di valore ohmico piuttosto alto. Ciò è particolarmente utile per il caso in cui il ricevitore abbia due o più stadi amplificatori a frequenza intermedia.

Se però si desidera fare in modo che l'adattatore fornisca una amplificazione maggiore, basterà ridurre a 270 Ω la resistenza di uno o di tutti e due i resistori di autopolarizzazione catodica dei due tubi 6BJ6 dell'adattatore. Questo aumento di amplificazione può essere utile quando il ricevitore sul quale si monta l'adattatore, è dotato di un solo stadio amplificatore a frequenza intermedia.

L'alimentazione per l'adattatore viene prelevata mediante una spina a 8 piedini, tipo octal, che verrà inserita in un corrispondente zoccolo a 8 piedini posto su un alimentatore.

Si tenga presente che molti radioricevitori professionali sono muniti, nella parte posteriore del telaio, di uno zoccolo dal quale possono essere prelevate le tensioni di alimentazione per apparati ausiliari esterni. In questo caso basta evidentemente che la spina di alimentazione dell'adattore corrisponda allo zoccolo posto sul ricevitore.

Comunque, si tenga presente che l'adattatore assorbe le seguenti correnti: 0,3 ampere a 6.3 V e 10 mA a 105-250 Vcc. Queste correnti sono leggermente maggiori di quelle richieste normalmente dal tubo amplificatore a frequenza intermedia che viene sostituito dall'adattatore, per cui in molti casi l'alimentazione dell'adattatore potrà essere prelevata direttamente dallo zoccolo di tale tubo.

Se la tensione anodica disponibile sul ricevitore è di 250 V, bisognerà inserire, fra i piedini 4 e 8 della spina di alimentazione dell'adattatore, un resistore da 18 kΩ - 2 W per ridurre tale tensione al

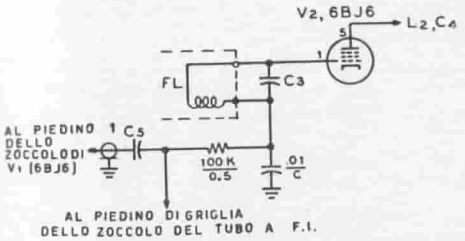


Figura 11.
CONNESSIONI PER L'EVENTUALE INSERZIONE DEL CAV NELL'ADATTATORE

valore di 105 V richiesta per l'adattatore stesso.

Invece se la tensione disponibile sul ricevitore è di 130 V, non occorre inserire fra i piedini 4 e 8 della spina alcuna resistenza di caduta, e in questo caso si eseguirà un cavallotto fra i due piedini suddetti (vedi figura 10).

Nella figura 11 è illustrato un sistema col quale si può applicare la tensione di controllo automatico di volume al secondo stadio amplificatore dell'adattatore.

Questa variante è particolarmente utile quando l'adattatore viene inserito in un ricevitore che possieda pochi stadi sottoposti al circuito di controllo automatico di volume.

La tensione di controllo automatico di volume viene prelevata sul piedino dello zoccolo del tubo amplificatore a frequenza intermedia corrispondente alla griglia controllo, attraverso un semplice filtro a resistenza-capacità e viene applicata alla griglia controllo di V_2, passando attraverso la bobina di uscita del filtro meccanico.

Costruzione dell'adattatore L'adattatore è contenuto dentro una custodia di alluminio avente le dimensioni di mm $57 \times 57 \times 102$. Queste

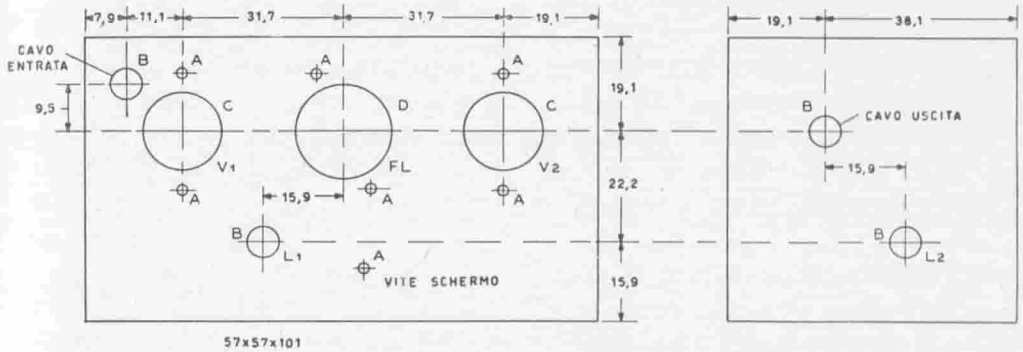


Figura 12.
MASCHERA DI FORATURA DEL TELAIO DELL'ADATTATORE (LE QUOTE RIPORTATE SONO IN MILLIMETRI)

A : 3,5 mm
B : 7,2 mm
C : 15,9 mm (punzone da zoccoli)
D : 19,1 mm (punzone da zoccoli)

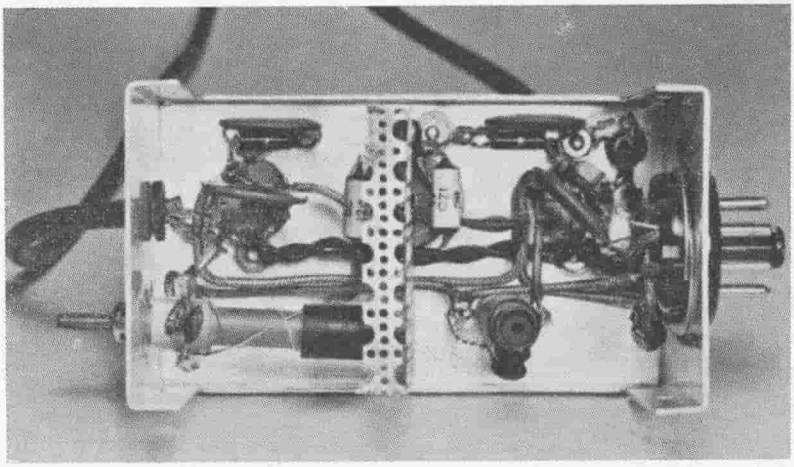


Figura 13.

IL TELAIO DELL'ADATTATORE VISTO DAL BASSO

La bobina L_2, accordabile a permeabilità, è a sinistra, sotto lo zoccolo del secondo stadio 6BJ6. Sono visibili i condensatori C_2 e C_3 posti da una parte e dall'altra dello schermo centrale. La bobina L_1 è a destra dello schermo. Il cavo di entrata è all'estremo destro. Il cavo di uscita passa attraverso la parete posteriore dell'adattatore, in un foro ricavato al centro del telaio. I collegamenti di alimentazione passano attraverso lo schermo centrale.

dimensioni costituiscono un buon compromesso fra la necessità di dimensioni le più ridotte possibili e la facilità di montaggio.

La principale precauzione che bisogna attuale nel progettare e nel costruire questo adattatore consiste nel tenere quanto più isolate possibile fra loro l'entrata e l'uscita dell'adattatore stesso. Ciò perchè qualunque accoppiamento parassita che si formasse fra i due circuiti di entrata e di uscita dall'adattatore determinerebbe una fuga di segnale che, scavalcando il filtro, ne pregiudicherebbe l'efficacia.

La costruzione che si è adottata nelle figure riportate assicura il massimo isolamento fra i circuiti di entrata e di uscita dell'adattatore, mentre ne facilita la costruzione.

Nella figura 12 è riportato il piano di foratura del telaio e nelle figure 8, 13 e 14 è visibile la sistemazione dei componenti principali.

Si noti il modo con cui i circuiti di entrata e di uscita dell'adattatore vengono isolati fra loro mediante uno schermo posto dentro la custodia, in corrispondenza alla mezzeria dello zoccolo di inserzione del filtro.

Dopo aver tracciati e eseguiti

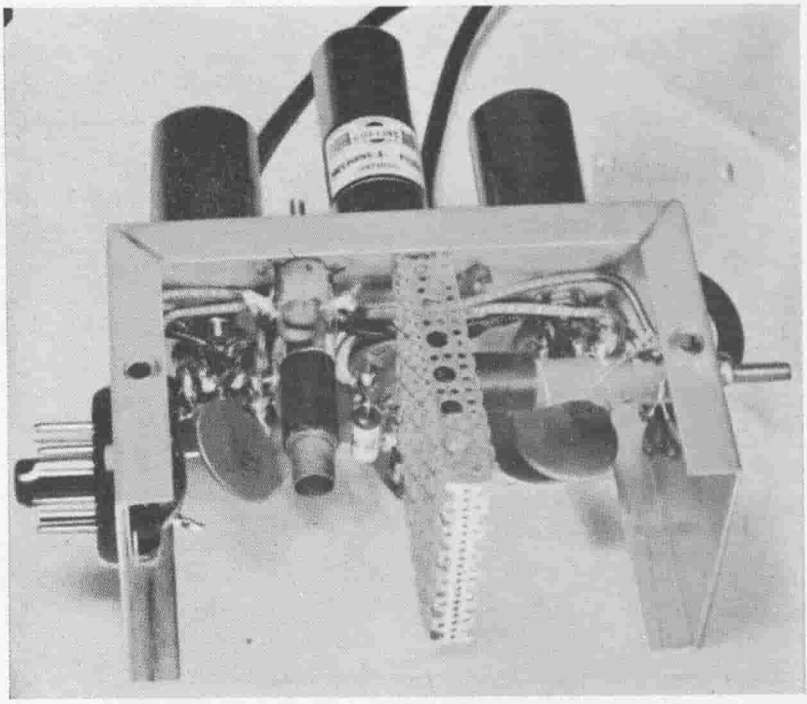


Figura 14.

VISTA OBLIQUA DEL TELAIO DELL'ADATTATORE

La bobina L_1 è a sinistra, vicino alla spina di alimentazione, con la bobina L_2 montata orizzontalmente a destra. Si notino C_2 e C_3 collegati direttamente ai piedini dello zoccolo del filtro meccanico.

tutti i fori, si potrà provvedere al montaggio degli zoccoli dei tubi e del filtro e dei passanti in gomma sul telaio. Per eseguire i collegamenti a massa, si porranno sotto i dadi delle viti che fissano gli zoccoli, capofili di massa in ottone argentato o stagnato.

Prima di iniziare la esecuzione dei collegamenti bisogna realizzare uno schermo in alluminio forato alla maniera illustrata nelle figure 13 e 14. In corrispondenza a ciascun bordo di questo schermo verrà lasciata una flangia di circa 10 mm. La parte dello schermo che risulta più vicina allo zoccolo a 9 piedini di inserzione del filtro meccanico verrà lasciata senza flangia. In corrispondenza a tale zoccolo si eseguirà nello schermo un foro attraverso il quale verranno fatti passare i collegamenti di accensione e di alimentazione anodica del tubo V_2. Lo schermo verrà posto in corrispondenza alla metà dell'intervallo fra i piedini 3 e 4 e fra i piedini 8 e 9 dello zoccolo del

filtro e verrà fissato ad un capofilo, a sua volta saldato al piedino 1 dello zoccolo stesso.

Lo schermo viene fissato anche alla parte superiore della custodia, direttamente sopra la bobina L_2 e dopo aver eseguiti i collegamenti sull'altra metà della custodia, verrà fissato mediante due viti autofilettanti che, passando attraverso la custodia si avviteranno sulle flange laterali dello schermo.

Costruzione del cavo

Seguendo il sistema illustrato dalla figura 15 non si incontreranno particolari difficoltà a costruire i due cavi che, dall'adattatore, vanno allo zoccolo del tubo amplificatore a frequenza intermedia.

Dapprima, si taglieranno due spezzoni di cavo coassiale del tipo RG-58/U, lunghi 43 cm. Ad un estremo di tali spezzoni di cavo si asporterà per una lunghezza di 4 cm, la protezione di resina polivinilica. Si spinga indietro la calza di rame e si tagli l'isolante e il conduttore centrale in modo che quest'ultimo arrivi a 12 mm dalla fine dello schermo.

Successivamente si tagli l'isolante in modo da lasciare scoperti 6 mm di conduttore interno. Questo conduttore interno verrà intrecciato con il reoforo del condensatore di accoppiamento C_5, reoforo che preventivamente è stato tagliato a 6 mm dal corpo del condensatore stesso.

Si preparano sottili striscie di nastro adesivo che verranno avvolte attorno alla giuntura fra conduttore interno del cavo e reoforo del condensatore. Questa nastratura dovrà essere eseguita in modo da raggiungere un diametro quasi uguale a quello del condensatore, alla maniera indicata in figura 15.

Infine si spinge la calza di rame del cavo coassiale fino a coprire quasi totalmente il condensatore di accoppiamento e la si fissa con un pezzetto di filo di rame stagnato avvolto attorno alla parte centrale del condensatore. Questo filo di rame stagnato verrà saldato alla calza schermante. L'eccesso

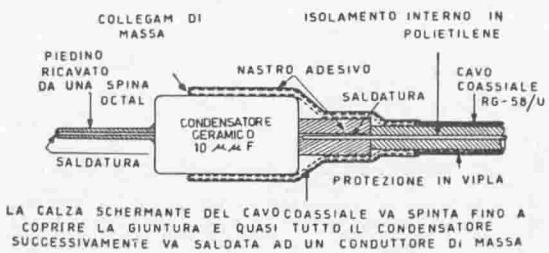


Figura 15.
SEZIONE DEL CAVO COASSIALE DI COLLEGAMENTO

di calza che sporge oltre l'anello di filo di rame verrà rifilato con una forbice.

Il filo stagnato di ciascun cavo verrà quindi saldato al piedino di massa di uno zoccolo, ricavato da un vecchio tubo con zoccolo octal, costituendo così il collegamento innestabile di massa indicato in figura 8.

Il filo stagnato dell'altro cavo verrà anch'esso saldato allo zoccolo alla maniera descritta poco sopra avendo cura, dopo aver eseguita la saldatura dei fili al piedino, di tagliare l'eccesso di filo che sporge fuori dal foro del piedino stesso.

La parte di calza schermante di ogni cavo rimasta scoperta viene infine protetta mediante nastro adesivo.

Se il ricevitore, anzichè avere un tubo a frequenza intermedia con zoccolo octal, avesse un tubo miniatura con zoccolo a sette piedini, si potranno realizzare i piedini di innesto mediante pezzetti di filo stagnato da 1 mm, che verranno usati come spinotti di collegamento, oppure si potrà adottare una spina maschio a 7 piedini.

Montaggio dell'adattatore Per facilitare il montaggio dell'adattatore sarà conveniente togliere temporaneamente lo schermo centrale posto nella custodia dell'adattatore stesso, per rimontarlo poi, dopo aver effettuati i collegamenti.

Dapprima si eseguiranno i collegamenti di accensione dei tubi e di alimentazione di griglia schermo e anodica, tenendo tali collegamenti più addossati possibile alla custodia, allo scopo di ridurre al minimo la possibilità di accoppiamenti parassiti.

Successivamente si monteranno i componenti più piccoli e dopo di ciò verranno collegati i cavi coassiali di entrata e di uscita.

Dalla parte dell'adattatore, i due spezzoni di cavo coassiale verranno liberati per circa 15 mm dalla protezione di resina polivinilica e, dopo aver sfilata la calza di rame esterna, la si attorciglierà. I cavi coassiali di entrata e di uscita entreranno nella custodia dell'adattatore attraverso gommini passacavo. La calza schermante, sfilata e attorcigliata, verrà saldata al più vicino capofilo di massa, mentre il conduttore centrale di ciascun cavo coassiale verrà saldato al relativo piedino dello zoccolo del tubo di entrata e di uscita.

Infine, dopo aver eseguiti tutti i collegamenti dell'adattatore, si porranno al loro posto le bobine L_1 e L_2 e i condensatori ad esse associati.

Allineamento dell'adattatore L'adattatore verrà collegato al ricevitore alla maniera precedentemente descrit-

ta, eseguendo un controllo preliminare dei collegamenti e delle tensioni di alimentazione, allo scopo di accertarsi che non si siano commessi errori e che ai vari elettrodi dei tubi affluiscano le regolari tensioni di alimentazione. Dopo di ciò si sintonizzerà il ricevitore su una stazione locale.

Se il ricevitore è munito di indicatore di campo (S meter) si lascerà inserito il circuito di controllo automatico di volume e si regolano i nuclei delle bobine L_1 e L_2 in modo da ottenere la massima deviazione dell'indice dello strumento indicatore di campo.

Se invece il ricevitore è sprovvisto di indicatore di campo, si dovrà fare uso di un generatore di segnali modulati e di un voltmetro elettronico, inserito sul circuito di uscita ad audiofrequenza del ricevitore.

Per ottenere la massima resa dell'adattatore è consigliabile eseguire anche la taratura del primo e del secondo trasformatore a frequenza intermedia del ricevitore.

Tecnica di sintonia del ricevitore

Dopo aver installato in un ricevitore l'adattatore con filtro meccanico, diviene necessario adottare una diversa tecnica di sintonia a seconda che i segnali siano modulati in ampiezza oppure a banda laterale unica.

I normali segnali modulati in ampiezza (ossia con onda portante) debbono essere sintonizzati in modo che l'onda portante risulti quasi o ad un estremo della banda passante a frequenza intermedia, invece che al centro (figura 7). In tal modo, di un segnale modulato in ampiezza verrà ricevuta soltanto una banda laterale e la sintonia del ricevitore potrà venire spostata in modo da eliminare la banda laterale sulla quale si manifestino eventuali interferenze, facendola cadere oltre l'estremo della curva di banda passante del sistema a frequenza intermedia.

Quando si ricevono segnali a banda laterale unica oppure segnali telegrafici non modulati, si dovrà inserire l'oscillatore eterodina del ricevitore regolandolo in modo che la frequenza del segnale da esso generato cada vicino ad un estremo della banda passante del filtro.

La posizione più opportuna da dare al comando di frequenza dell'oscillatore eterodina può essere determinata regolando il ricevitore sulla portante è regolando l'oscillatore eterodina in modo che la nota di battimento appaia solo da una parte rispetto al battimento zero (dato che il segnale corrispondente all'altra parte viene pressocchè totalmente eliminato dal filtro a frequenza intermedia).

Dopo aver eseguita questa taratura del comando di frequenza dell'oscillatore eterodina, bisogna spostarlo in modo che il segnale venga sentito solo dall'altra parte rispetto al battimento zero. Si eseguiranno due segni in corrispondenza alle due posizioni del comando di frequenza dell'oscillatore eterodina. Dopo di ciò si tenterà di ricevere un segnale a banda laterale unica.

Se con il comando di frequenza posto in una delle due posizioni suddette non risulta possibile ottenere una ricezione comprensibile, si sposterà il comando di frequenza dell'oscillatore eterodina sull'altra posizione precedentemente determinata. La perfetta tonalità di voce verrà infine ottenuta mediante piccoli spostamenti del comando di frequenza dell'oscillatore eterodina e del comando di sintonia del ricevitore.

Per ottenere la migliore ricezione, bisogna porre il regolatore di volume ad audiofrequenza del ricevitore verso il massimo e bisogna fare in modo che l'amplificazione a radiofrequenza sia la minima possibile, compatibilmente con un segnale intellegibile. Il volume di voce verrà regolato unicamente mediante il regolatore di amplificazione a radiofrequenza.

Per ottenere la migliore ricezione dei segnali telegrafici si dovrà adottare un filtro meccanico con banda passante di 0,5 kHz. La costruzione di un adattatore con filtro meccanico di questo tipo verrà eseguita in maniera perfettamente analoga a quella dell'adattatore descritto poco sopra.

2-4 Ricevitore ad elevate prestazioni per bande dilettantistiche

Il ricevitore che qui descriviamo è stato progettato in modo da presentare ottime prestazioni sulle bande dilettantistiche degli 80, 40, 20, 15, 10 e 6 metri di lunghezza d'onda.

Esso contiene molti accorgimenti modernissimi, quale l'impiego di filtri meccanici per il raggiungimento di una ottima selettività, della doppia conversione di frequenza allo scopo di evitare interferenze dovute a frequenze immagini e di un nuovo selettore a radiofrequenza che consente di ottenere elevata stabilità meccanica, insieme ad una ottima sensibilità anche sulle frequenze più alte.

Il ricevitore impiega 12 tubi elettronici, più un rettificatore al selenio per l'alimentazione anodica.

Il gruppo a radiofrequenza è ottenuto impiegando un selettore di canali per televisione avente 12 posizioni corrispondenti ad altrettanti canali ricevuti.

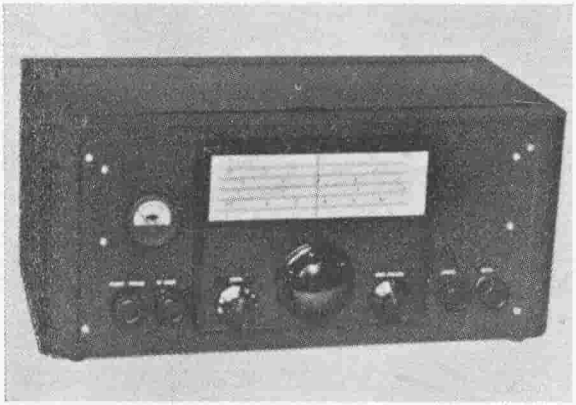


Figura 16.
VISTA FRONTALE DEL RICEVITORE PER BANDE DILETTANTISTICHE

Questo ricevitore copre le 6 bande dilettantistiche comprese fra 80 e 6 metri di lunghezza d'onda. In esso, come gruppo di sintonia di entrata, è impiegato un selettore di canali per teievisione, opportunamente modificato. Un filtro meccanico serve ad ottenere una ottima selettività.

La costruzione particolarmente robusta, che è comune a molti selettori di canali per televisione, unitamente alla bontà dei contatti autoravvivanti che sono solitamente impiegati in tali selettori, contribuiscono in maniera determinante ad ottenere una notevole stabilità di funzionamento del ricevitore.

La massima semplicità di sintonia e la precisione con la quale si possono sintonizzare le varie bande vengono ottenute mediante l'impiego di una scala graduata e di uno strumento indicatore di campo (S meter).

Siccome le basette porta bobine del selettore di canali possono essere facilmente estratte, è possibile realizzare su esse le bobine necessarie per sintonizzare qualsiasi banda, sia pure molto stretta, della gamma delle onde corte, compresa fra 3,5 MHz e 75 MHz.

Oltre a ricevere le sei bande di frequenza assegnate ai dilettanti, con un selettore a 12 canali si possono coprire anche le bande di 13, 19, 21, 31 e 49 metri, che sono assegnate ai servizi mondiali di radiodiffusione ad onda corta.

Sul pannello del ricevitore è predisposto un comando di selettività, mediante il quale si può passare istantaneamente dalla ricezione a larga banda passante (adatta per ricezioni di parola o di musica) a ricezioni a banda passante stretta, per telegrafia ad onde persistenti non molulate.

Tutto il ricevitore è contenuto in una unica custodia. L'altoparlante invece va posto in una custodia separata.

Descrizione Il ricevitore per bande dilettantistiche che descriviamo è una supereterodina a

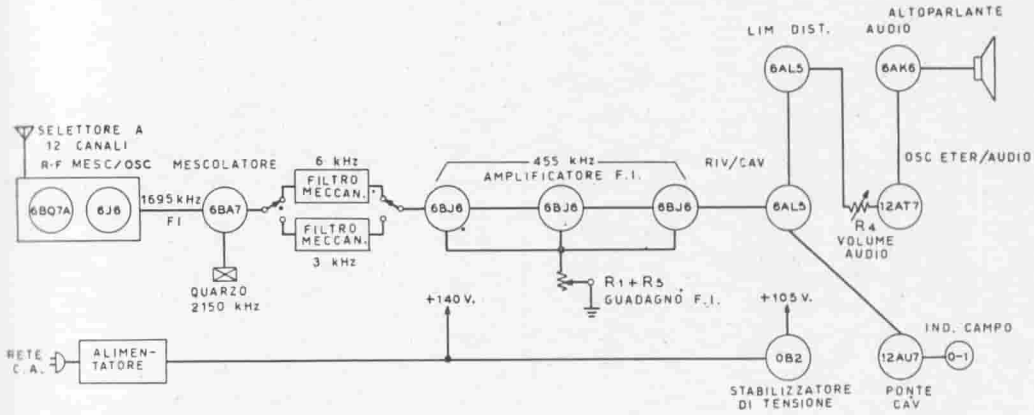


Figura 17.

SCHEMA A BLOCCHI DEL RICEVITORE DE - LUXE PER RADIODILETTANTI

doppia conversione di frequenza (figura 17).

Per coprire le sei bande dilettantistiche viene impiegato un selettore di canali televisivi a tamburo, opportunamente modificato. In questo selettore sono montati due tubi: uno di tipo 6BQ7A amplificatore a radiofrequenza con circuito « cascode » e uno tipo 6J6, oscillatore-mescolatore.

Quando il selettore di canali viene commutato da un canale all'altro, risultano commutati automaticamente tutti i circuiti accordati a radiofrequenza.

La frequenza intermedia di uscita del selettore è di 1695 kHz.

Un tubo pentagriglia 6BA7, funzionante da mescolatore, converte la prima frequenza intermedia al valore di frequenza adottato per il secondo canale a frequenza intermedia (455 kHz). Per ottenere un elevato grado di stabilità, l'oscillatore di conversione della 6BA7 è controllato da un quarzo a 2150 kHz.

L'interruttore S_1 posto sul circuito di uscita dello stadio mescolatore con tubo 6BA7 permette di inserire l'uno o l'altro filtro meccanico. In questo particolare ricevitore si sono impiegati due filtri meccanici: uno con 6 kHz di banda passante, per ricezione in fonia a selettività larga e uno con 3,1 kHz di banda passante, per ricezioni in grafia o in fonia a banda stretta.

Dopo il filtro meccanico vi sono tre stadi amplificatori a frequenza intermedia a 455 kHz. Il guadagno di questi stadi è regolabile, consentendo così di regolare sul valo-

Pagina mancante

Pagina mancante

trasformatori, mediante un condensatore di piccola capacità. Si ottiene in tal modo un allargamento della banda di risposta dei trasformatori a frequenza intermedia.

La pendenza dei fianchi della curva di selettività del canale a frequenza intermedia è determinata dal filtro meccanico e praticamente non risente delle caratteristiche dei trasformatori a frequenza intermedia.

Per evitare di assorbire una considerevole potenza per l'alimentazione dei filamenti, nel canale amplificatore a frequenza intermedia si è fatto uso di tubi amplificatori tipo 6BJ6, la cui corrente di accensione è di 0,15 A.

Come diodo di seconda rivelazione e di controllo automatico di volume è impiegato un doppio diodo tipo 6AL5.

La tensione di controllo automatico di volume viene applicata ai primi due stadi amplificatori a frequenza intermedia, mentre una frazione di tale tensione viene applicata al tubo amplificatore a radiofrequenza 6BQ7A e al tubo mescolatore 6BA7.

Il circuito del controllo automatico di volume viene reso inefficiente quando si ricevono segnali telegrafici oppure segnali a banda laterale unica. Ciò viene ottenuto mediante la sezione D del commutatore S_2.

Per ottenere una ottima ricezione dei segnali deboli si è usato un circuito di controllo automatico di volume ritardato. Il potenziometro R_3 regola la tensione di ritardo applicata al catodo del diodo 6AL5 di controllo automatico di volume.

Un altro diodo 6AL5 funziona da limitatore di disturbo. Il valore della soglia di limitazione viene regolato mediante il potenziometro R_2 e il limitatore di disturbo può venire escluso dal circuito mediante l'interruttore S_3.

L'uscita ad audiofrequenza del rivelatore passa attraverso il potenziometro R_4 regolatore di volume e viene applicata ad una sezione del tubo 12AT7, funzionante da preamplificatore ad audiofrequenza. Il segnale così amplificato viene infine applicato allo stadio finale di potenza, impiegante un tubo 6AK6.

L'altra sezione del tubo 12AT7 funziona da oscillatore eterodina. La frequenza dell'oscillatore eterodina viene controllata dal condensatore variabile C_3 posto sul pannello frontale.

Il circuito dell'indicatore di campo (S meter) consiste di un voltmetro elettronico impiegante un tubo 12AU7 (doppio triodo) collegato in circuito a ponte. Il ponte viene bilanciato dal potenziometro R_6 e la sensibilità dello

strumento viene regolata mediante il reostato R_7.

La tensione di controllo automatico di volume, applicata ad una griglia del tubo 12AU7, determina lo squilibrio del ponte e provoca una deviazione dell'indice del milliamperometro da 1 mA fondoscala collegato fra gli anodi delle due sezioni del tubo 12AU7.

L'alimentatore con rettificatore al selenio sviluppa una tensione di 140 V. La corrente anodica assorbita dal ricevitore è di 65 mA. Per effetto della bassa tensione anodica e del debole consumo di alimentazione da parte del ricevitore, la deriva termica risulta estremamente bassa.

Se si vuole, l'alimentatore al selenio potrà venire sostituito con un normale alimentatore, impiegante ad esempio un tubo rettificatore tipo 5Y3-GT. La tensione anodica del ricevitore deve essere tenuta al disotto di 160 V.

La tensione anodica della sezione oscillatrice del tubo 6J6 e del tubo 12AU7 del circuito indicatore di campo viene stabilizzata mediante un tubo stabilizzatore di tensione tipo 0B2 a scarica nel gas.

Quando il ricevitore è nella posizione di « Attesa » viene tolta la tensione anodica agli stadi a radiofrequenza e a quelli ad audiofrequenza. Invece gli oscillatori vengono lasciati permanentemente in funzione, allo scopo di evitare l'iniziale deriva termica per riscaldamento.

Costruzione del ricevitore

Il ricevitore è montato su un telaio in ferro cadmiato, avente le dimensioni di $20 \times 38 \times 6{,}5$ cm. L'altezza del pannello frontale è di 20 cm. Per conseguire la massima robustezza, il pannello verrà fissato al telaio mediante due squadretti in ferro, alla maniera illustrata in figura 19.

Il comando di sintonia è posto al centro del pannello frontale e il condensatore variabile di accordo a tre sezioni è posto in corrispondenza al comando di sintonia, al centro del telaio.

Nel telaio, immediatamente a sinistra del condensatore di sintonia, è stato eseguito un foro da 82×130 mm. In questo foro verrà sistemato il selettore, che verrà fissato mediante due squadretti di alluminio lunghi 7,5 cm.

La posizione del selettore rispetto al telaio è determinata dall'alberino del selettore stesso, il quale deve passare attraverso il foro eseguito nell'angolo sinistro in basso della flangia della scatola della manopola a demoltiplica.

La posizione del condensatore variabile C_1 a tre sezioni dipende dall'altezza dell'alberino della manopola principale di sintonia. Pertanto C_1 verrà montato sollevato

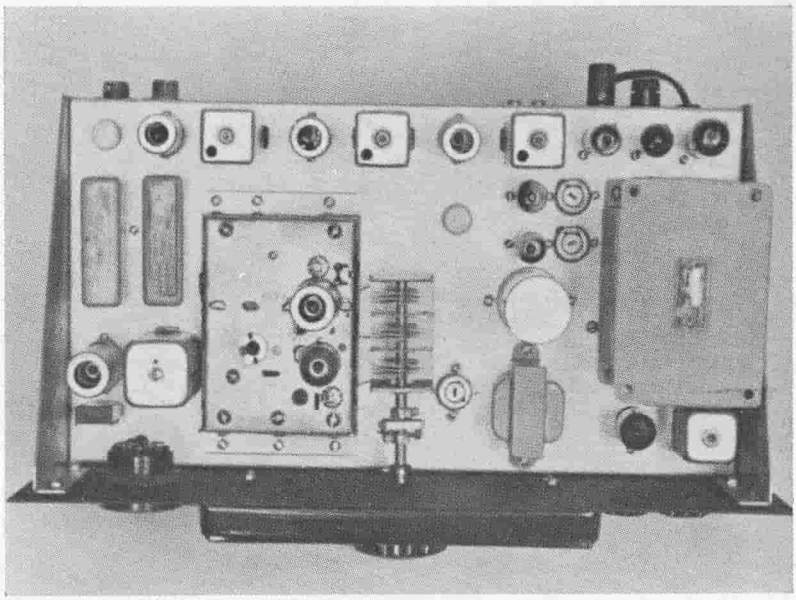


Figura 19.

IL RICEVITORE PER BANDE DILETTANTISTICHE, VISTO DALL'ALTO

I filtri meccanici sono a sinistra, mentre i tre stadi amplificatori a frequenza intermedia sono disposti in linea parallelamente al bordo posteriore del ricevitore. Il selettore di canali è sistemato in un foro rettangolare ricavato sul telaio in ferro del ricevitore, a sinistra del condensatore variabile principale di sintonia del ricevitore stesso. La parte di destra è occupata dall'alimentatore e dalla sezione ad audiofrequenza del ricevitore. Vengono usati sei canali del selettore e con essi vengono coperte le bande dilettantistiche comprese fra 80 e 6 metri di lunghezza d'onda. Volendo, gli altri sei canali disponibili sul selettore possono venire impiegati per ricevere le stazioni di radiodiffusione ad onde corte e le bande di frequenza intorno a 100 MHz.

rispetto al telaio, a mezzo di viti da 5 mm, di lunghezza opportuna, con distanziatori in ferro.

Dalle figure 19 e 20 può essere rilevata la posizione da dare ai componenti più importanti. I due filtri meccanici verranno montati a sinistra del selettore, direttamente dietro il tubo mescolatore 6BA7 e il trasformatore T_1 a frequenza intermedia a 1695 kHz.

Il commutatore S_1 di selezione del filtro è montato sotto il telaio, in modo che le sezioni del commutatore vengano a corrispondere ai terminali del filtro. Questo commutatore verrà ricavato da un commutatore più complesso e viene fissato al suo posto mediante due squadretti di alluminio ricotto.

Uno squadretto tiene allineato l'alberino del commutatore rispetto al foro eseguito sul pannello

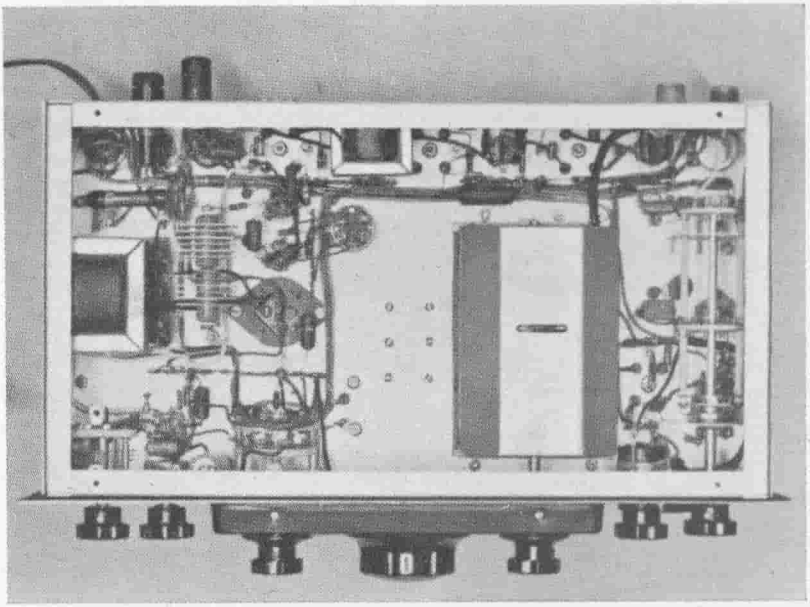


Figura 20.

IL TELAIO DEL RICEVITORE PER BANDE DILETTANTISTICHE, VISTO DAL BASSO

A sinistra sono visibili i rettificatori al selenio e l'impedenza - filtro di alimentazione. A destra è visibile il commutatore che seleziona i filtri meccanici, montato su due squadretti di alluminio. I comandi posti sul pannello frontale (da sinistra a destra) sono: Regolaz. osc. eterodina - Volume - Selettore Man/A.M./ Grafia - Sintonia - Commutatore del selettore a tamburo - Guadagno R.F. - Selettore del filtro meccanico. Sulla parete posteriore del telaio è montato il trasformatore di uscita ad audiofrequenza.

frontale mentre l'altro squadretto viene posto immediatamente dietro la sezione S_1B del commutatore e sostiene i due tiranti fissi del commutatore.

Al centro dello squadretto è ricavato un foro, che ha lo scopo di lasciare libero il movimento dell'alberino girevole del commutatore. Questo squadretto serve anche come schermo, per isolare fra loro i circuiti di entrata e di uscita del filtro meccanico.

Questo tipo di montaggio del commutatore è molto conveniente e si consiglia di riprodurlo fedelmente alla maniera che abbiamo descritta.

È necessario che l'alberino di comando del commutatore sia metallico e che esso risulti collegato sicuramente a massa. Alcuni commutatori hanno l'alberino di comando in fibra, oppure hanno l'alberino di comando suddiviso in due parti, fissate fra loro mediante un chiodino. Un alberino di comando in fibra permette che, at-

traverso di esso, avvenga una fuga di segnale, con conseguente peggioramento della caratteristica di funzionamento del filtro. I commutatori con alberino suddiviso in due parti fissate fra loro mediante una spina non danno garanzia di sicuro collegamento a massa, anche se l'alberino è di metallo.

I tre stadi a frequenza intermedia del ricevitore sono posti in fila, parallelamente al bordo posteriore del ricevitore.

In fondo, a destra, vi è il tubo 6AK6 dello stadio finale ad audiofrequenza, il tubo stabilizzatore di tensione e il tubo 12AU7 del circuito indicatore di campo (S meter). Davanti all'ultimo trasformatore a frequenza intermedia vi sono i due tubi 6AL5 e i potenziometri R_6 e R_3.

All'estremo destro del telaio vi è il trasformatore di alimentazione e fra esso e il pannello frontale è posto il trasformatore dell'oscillatore eterodina e il tubo 12AT7 (preamplificatore ad audiofrequenza e oscillatore eterodina). Fra il trasformatore di alimentazione e il condensatore variabile di sintonia vi è il condensatore filtro di alimentazione anodica e il trasformatore ausiliario per i filamenti.

Il potenziometro R_1 di regolazione del guadagno a frequenza intermedia del ricevitore è posto fra il trasformatore dei filamenti e il condensatore variabile di sintonia.

Dalla figura 20 può essere rilevata la sistemazione dei componenti più piccoli sotto il telaio.

Il selettore di canali e il commutatore del filtro meccanico sono sulla parte destra del telaio. Il trasformatore di uscita ad audiofrequenza è montato sulla parete posteriore del telaio, quasi dietro il selettore.

L'impedenza filtro di alimentazione è montata sulla fiancata sinistra del telaio, e dinanzi ad essa vi sono i due rettificatori al selenio.

Il resistore di caduta da 10 W per il tubo stabilizzatore di tensione è montato sulla parte laterale sinistra del telaio, fra l'impedenza filtro e gli zoccoli per i tubi finale ad audiofrequenza e stabilizzatore di tensione.

Costruzione del ricevitore

Per semplificare la costruzione, il ricevitore verrà costruito in due tempi. Dapprima si monterà l'alimentatore, la parte ad audiofrequenza e la parte amplificatrice a frequenza intermedia a 455 kHz, e si accerterà il funzionamento di tutta questa parte del ricevitore, fino cioè al canale a frequenza intermedia a 1695 kHz.

Dopo di ciò si provvede alla

modifica del selettore di canali per TV, impiegando il ricevitore stesso per eseguire le messe a punto e le regolazioni del selettore.

Su una carta incollata sul telaio si segneranno i fori di fissaggio di tutti i componenti più ingombranti e dopo di ciò si eseguiranno i fori col trapano o col punzone. Indi si montano al loro posto tutti i componenti principali, fatta eccezione del selettore di canali.

Successivamente si eseguiranno i collegamenti di massa in corrispondenza ad ogni zoccolo per tubo e si eseguiranno anche i collegamenti di alimentazione dei filamenti dei tubi. Per tali collegamenti si impiegherà un conduttore isolato di 1,5 mm di diametro. Una sezione così notevole è necessaria per il fatto che la corrente che circola in questi collegamenti è piuttosto forte.

I collegamenti dell'alimentatore andranno eseguiti per primi e, una volta verificati, si controllerà il funzionamento dell'alimentatore stesso. Esso deve sviluppare circa 140 V su un resistore da 2000 Ω/10 W, che verrà temporaneamente usato come resistore di carico per il controllo dell'alimentatore.

Dopo che la sezione alimentatrice sia stata montata e controllata, si monteranno successivamente nell'ordine gli stadi ad audiofrequenza, l'oscillatore eterodina, il misuratore di campo, il secondo rivelatore e il circuito limitatore di disturbi.

Si potrà controllare il funzionamento del canale ad audiofrequenza del ricevitore iniettando un piccolo segnale al piedino N. 2 dello stadio 12AT7 e controllando il volume e il tono della nota che si ottiene sull'altoparlante.

Fatto ciò, si passerà al montaggio dei tre stadi amplificatori a frequenza intermedia del ricevitore e del circuito di regolazione automatica di sensibilità (CAV).

Dinanzi a ciascuno zoccolo di tubo amplificatore a frequenza intermedia si monterà una piastrina di carta bakelizzata con cinque capofili, a ciascuno dei quali verrà saldato un reoforo del resistore di disaccoppiamento del CAV, del resistore di autopolarizzazione catodica, del resistore di caduta per la griglia schermo. Gli altri reofori di tali resistori verranno direttamente saldati ai piedini dello zoccolo del relativo tubo.

I condensatori ceramici di fuga verranno saldati direttamente fra i piedini degli zoccoli, avendo cura di tenere più corti possibile i relativi reofori.

Dopo di ciò si eseguiranno tutti i collegamenti che uniscono elettricamente fra loro le varie piastrine isolanti con capofili.

Dopo aver montato il canale

amplificatore a frequenza intermedia del ricevitore e averlo collegato al cursore del settore B del commutatore S_1, si potrà controllarne il funzionamento. A tale scopo si collegherà provvisoriamente il piedino 1 del primo tubo 6BJ6 amplificatore a frequenza intermedia alla linea del CAV, ponendo un resistore da 100 kΩ in parallelo ai piedini di uscita del filtro meccanico, sullo zoccolo relativo. Si aziona il commutatore S_1 in modo da inserire nel circuito il resistore. Si invia alla griglia controllo del primo tubo 6BJ6 il segnale sviluppato da un generatore di segnali modulato a 455 kHz, e si collega un voltmetro per tensione alternata ai terminali della bobina mobile dell'altoparlante.

Per accertarsi che il canale a frequenza intermedia venga accordato esattamente in corrispondenza della frequenza centrale della banda passante del filtro, è necessario che la frequenza di allineamento sia più esattamente possibile a 455 kHz. A tale scopo può risultare estremamente utile l'impiego di un frequenzimetro BC 221 o di un generatore di segnali di altissima precisione.

Man mano che si perfeziona l'allineamento del canale a frequenza intermedia bisogna ridurre l'ampiezza del segnale di entrata ad esso applicato.

Per misurare la tensione negativa che si sviluppa sulla linea del CAV si può impiegare un voltmetro elettronico. Quando il canale a frequenza intermedia fornisce la massima uscita, la tensione massima che sviluppa il circuito del CAV risulta di circa —8 V.

Il guadagno totale del canale a FI è regolato da R_1, quando il commutatore S_2 viene posto sulla posizione « AM ». Dopo aver completato l'allineamento a FI, si eliminerà il resistore che provvisoriamente era stato montato sullo zoccolo del filtro e si eseguiranno i collegamenti dello stadio mescolatore 6BA7. I condensatori posti fra i piedini 1 e 2 dello zoccolo 6BA7 e massa determinano il livello di eccitazione del quarzo a 2150 kHz.

Se si ha difficoltà ad ottenere una oscillazione di sufficiente ampiezza si potrà variare il valore di uno o di entrambi tali condensatori, fino ad ottenere una oscillazione soddisfacente.

Il funzionamento dell'oscillatore a quarzo può essere controllato con un radioricevitore posto nelle vicinanze e sintonizzato sulla stessa frequenza del quarzo.

Quando l'oscillatore funziona correttamente, si potrà inviare un segnale modulato a 1695 kHz al terminale « caldo » del primario del trasformatore T, attraverso un condensatore di blocco da 0,01 μF. Questo trasformatore dovrà veni-

regolato sul massimo segnale di uscita.

A questo punto il ricevitore è pronto per la installazione del selettore di canali.

Modifica al selettore

Il selettore usato in questo ricevitore è della Standard Coil Co. In esso è impiegato uno stadio amplificatore a radiofrequenza con tubo 6BQ7A con circuito « cascode », e uno stadio mescolatore con tubo 6J6. Invece di questo selettore si possono usare altri selettori di canali per TV, di quelli più facilmente reperibili sul mercato italiano.

Il selettore impiegato è munito di basette con bobine per 12 canali e può essere fornito con valori di frequenza intermedia di 21 o di 42 MHz.

Per impiegare il selettore su questo ricevitore occorre apportagli alcune radicali modifiche.

La bobina di uscita a frequenza intermedia e il circuito di neutralizzazione dello stadio a cascode debbono venire eliminati. La migliore cosa da fare per questo adattamento consiste nel togliere tutte le bobine fisse e quelle eventualmente situate esternamente al selettore, modificando il circuito in modo da farlo corrispondere con quello riportato in figura 18 A.

Alla prima sezione del cascode occorre aggiungere l'autopolarizzazione catodica e inoltre si debbono sostituire molti dei resistori originariamente impiegati sul selettore stesso. Dopo di ciò si eseguiranno i collegamenti del selettore, conformemente allo schema elettrico di figura 18 A.

Si noti che la tensione di alimentazione anodica stabilizzata viene applicata solo alla sezione oscillatrice del tubo 6J6 e che alla prima sezione del tubo 6BQ7A viene applicata la tensione sviluppata dal circuito di CAV.

Mediante tre pezzetti di filo molto corti si collegheranno le tre sezioni del condensatore variabile di sintonia C_1A-B-C ai tre appositi punti predisposti sul selettore.

Nella parte posteriore del telaio del selettore si eseguirà un foro di 6,3 mm di diametro, attraverso il quale verrà fatto passare il cavo coassiale che, partendo dal bocchettone di antenna, va al selettore.

A questo punto il gruppo di sintonia è pronto per venire montato nel ricevitore.

Modifica alle bobine del selettore

Le bobine del selettore debbono venir tolte dalle loro basette. Si tenga presente che le bobine a radiofrequenza hanno cinque terminali mentre le bobine dell'oscillatore-mescolatore hanno sei terminali.

Bisogna anzitutto estrarre tutti

Figura 21.

TAVOLA DELLE BOBINE DEL RICEVITORE PER BANDE DILETTANTISTICHE

Banda	Bobina	Numero di spire e dimensione del filo	Spaziat.	Capacità parallelo	Risonan. naturale
6 m	L_1	Ant.: 3 sp. ∅ 0,65	Strette	—	
		Griglia: 5 sp. ∅ 1	Diam. filo	56 μμF	63 MHz
	L_2 48,3-52,3 MHz	Anodo R.F.: 5 sp. ∅ 1	Diam. filo	82 μμF	63 MHz
		Griglia osc.: 5 sp. ∅ 1	Diam. filo	62 μμF	62 MHz
		Anodo osc.: 5 sp. ∅ 1	Strette		
10 m	L_1	Ant.: 10 sp. ∅ 0,65	Strette		
		Griglia: 10 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	75 μμF	33 MHz
	L_2 26,3-28 MHz	Anodo R.F.: 10 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	62 μμF	32 MHz
		Griglia osc.: 10 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	68 μμF	32,5 MHz
		Anodo osc.: 9 sp. ∅ 0,25	Strette		
15 m	L_1	Ant.: 9 sp. ∅ 0,65	Strette		
		Griglia: 9 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	150 μμF	22,3 MHz
	L_2 19,3-19,75 MHz	Anodo R.F.: 10 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	120 μμF	22,2 MHz
		Griglia osc.: 10 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	220 μμF	21,0 MHz
		Anodo osc.: 10 sp. ∅ 0,25	Strette		
20 m	L_1	Ant.: 7 sp. ∅ 0,65	Strette		
		Griglia: 13 sp. ∅ 0,65	Strette	180 μμF	15,2 MHz
	L_2 15,7-16,05 MHz	Anodo R.F.: 13 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	200 μμF	14,7 MHz
		Griglia osc.: 12 sp. ∅ 0,65	Diam. filo	200 μμF	17 MHz
		Anodo osc.: 10 sp. ∅ 0,25	Strette		
40 m	L_1	Ant.: 15 sp. ∅ 0,25	Strette		
		Griglia: 39 sp. ∅ 0,25	Strette	100 μμF	7,9 MHz
	L_2 8,7-9,1 MHz	Anodo R.F.: 38 sp. ∅ 0,25	Strette	110 μμF	7,8 MHz
		Griglia osc.: 25 sp. ∅ 0,25	Strette	110 μμF	10 MHz
		Anodo osc.: 12 sp. ∅ 0,25	Strette		
80 m	L_1	Ant. 10 sp. ∅ 0,25	Strette		
		Griglia: bobina per O.M. con spire tolte fino a farla risuonare		15 μμF 10 kΩ	5,4 MHz
	L_2 5,2-5,7 MHz	Anodo R.F.: come L_1 (vedi sopra)		12 μμF	5,7 MHz
		Griglia osc.: come L_1 (vedi sopra)		39 μμF	7,2 MHz
		Anodo osc.: 20 sp. ∅ 0,25	Strette		

Nota 1 - L'avvolgimento di griglia della bobina oscillatrice L_2 è posto vicino all'avvolgimento di anodo della bobina stessa. L'avvolgimento dell'anodo R.F. è posto a circa 12 mm dall'avvolgimento di griglia dell'oscillatore.

2 - La bobina di antenna è distante circa 2 mm dalla bobina di griglia.

3 - In parallelo alla bobina di griglia R.F. della gamma degli 80 m è posto un resistore da 10 kΩ.

4 - La frequenza di risonanza è misurata con i condensatori in parallelo montati sulle bobine.

i supporti di bobina e sfilare da essi tutti gli avvolgimenti. Dopo si avvolgeranno le nuove bobine per le varie bande di frequenza indicate in figura 21, su supporti di polistirolo di 6,3 mm di diametro, sagomato in modo da potersi fissare alle basette del selettore.

Nel particolare selettore di canali usato in questo ricevitore i supporti per le bobine a radiofrequenza hanno una lunghezza di 41,3 mm mentre quelli delle bobine dell'oscillatore-mescolatore sono lunghi 46 mm. Le estremità dei supporti verranno leggermente affusolate con una lima, in modo che possano infilarsi dentro le feritoie delle flangie di fissaggio.

Dopo che ogni gruppo di bobine sia stato completato, si segnerà su di esso la banda di frequenza per la quale esso è stato predisposto, allo scopo di poterlo identificare agevolmente.

Nella figura 21 sono riportati in maniera completa i dati per la costruzione delle bobine, mentre nella figura 22 è fotografata una serie completa di bobine. Si consiglia di cominciare dalle bobine relative ai dieci metri di lunghezza d'onda che, avendo poche spire, sono molto facili da avvolgere.

Dapprima si eseguirà la bobina dello stadio a radiofrequenza. Temporaneamente l'avvolgimento potrà essere tenuto a posto mediante un piccolo pezzo di nastro adesivo di cellophane. Dopo che il supporto sia stato fissato alla basetta, l'avvolgimento può venire bloccato con mastice Duco. I terminali della bobina verranno puliti e saldati ai corrispondenti chiodini sporgenti internamente alla basetta.

Dopo aver montato su ogni bobina il relativo condensatore in parallelo, se ne controllerà la frequenza naturale di risonanza, che deve corrispondere con quella indicata nella tabella di figura 21. Per tale controllo si terrà la bobina, con la relativa basetta, separata dal selettore. Il controllo verrà eseguito mediante un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter). Per ottenere la corretta frequenza di risonanza si dovrà agire sulla distanza fra le spire.

Successivamente si provvede a montare la bobina oscillatrice-mescolatrice.

I due avvolgimenti dotati di condensatore di accordo verranno eseguiti verso le estremità del supporto bobine. In mezzo ad essi si porrà l'avvolgimento di anodo. Questo verrà posto molto più vicino alla bobina di griglia, come è chiaramente visibile dalla figura 22.

Temporaneamente le bobine potranno essere tenute a posto mediante un pezzetto di nastro adesivo di cellophane. Esse verranno messe a punto seguendo la stessa proceduta che abbiamo descritta

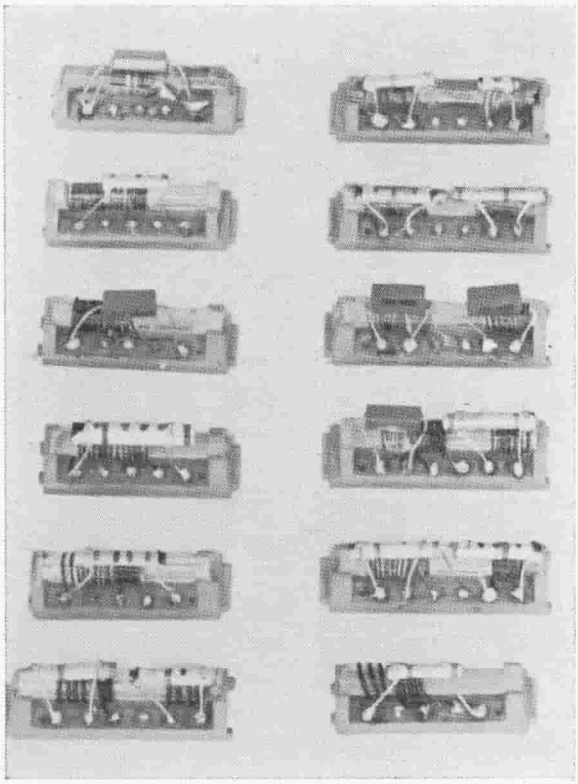


Figura 22.
IL GRUPPO DI BOBINE DEL RICEVITORE PER BANDE DILETTANTISTICHE

Le bobine del selettore sono avvolte su supporti in polistirolo di 6,3 mm di diametro. Le bobine a sinistra sono quelle a radiofrequenza, mentre quelle a destra sono dell'oscillatore-mescolatore. Le bobine in alto in questa foto sono quelle per 80 metri di lunghezza d'onda. Le bobine in basso sono per la banda dei 6 metri.

a proposito delle bobine a radiofrequenza.

Dopo aver completata la bobina oscillatrice-mescolatrice, essa verrà innestata nel selettore e si accenderà il ricevitore.

Sulla banda dei 10 metri, l'oscillatore funziona su frequenza più bassa rispetto a quella del segnale. Ossia, per coprire le frequenze fra 27.995 kHz e 29.700 kHz, l'oscillatore dovrà funzionare sulle frequenze comprese fra 26,3 MHz e 28 MHz. Il funzionamento dell'oscillatore potrà venire controllato mediante un ricevitore posto nelle vicinanze.

Il campo di funzionamento dell'oscillatore può venire modificato variando la distanza fra le spire delle bobine oscillatrici oppure regolando il compensatore C_2 dell'oscillatore, posto sul selettore.

Quando si è ottenuta la corretta copertura della banda di frequenza si potrà fissare permanentemente l'avvolgimento mediante qualche goccia di mastice Duco. Dopo aver applicato il mastice si torni a controllare la frequenza

coperta dall'oscillatore, perchè la applicazione del mastice la sposta leggermente verso valori più bassi. Prima che il mastice si asciughi completamente si esegua una correzione finale.

Le altre bobine sono relativamente poco critiche e, dopo la loro esecuzione, non richiedono alcuna messa a punto.

Dopo aver messo a punto le varie bande di frequenza coperte dall'oscillatore, si dovrà impiegare un generatore di segnali per tarare la scala del ricevitore.

Se questa operazione viene eseguita con cura e se il generatore usato è molto preciso, la taratura che si può ottenere sulla scala consentirà una lettura della frequenza con precisione spinta a pochi chilocicli.

La tensione di iniezione dell'oscillatore può essere controllata con un voltmetro elettronico inserito nel punto A del selettore. Tale tensione deve essere compresa fra due e tre volt per le varie bande e può essere modificata variando la distanza fra la bobina di griglia dell'oscillatore e la bobina aperiodica di anodo. Queste regolazioni possono essere effettuate con le bobine inserite nel selettore, togliendo a quest'ultimo il coperchio.

Sulle bande degli 80, 40, 20, 15 metri, l'oscillatore di conversione funziona su frequenza più alta di quella del segnale, come risulta dalla figura 21.

Le bobine per la banda degli 80 metri sono ricavate da normali bobine per ricevitori ad onde medie, con nucleo di regolazione. A tali bobine si asporteranno un certo numero di spire, fino a far coincidere la frequenza di risonanza naturale con quella indicata nella tabella di fig. 21.

In parallelo a queste bobine verranno usati condensatori di piccola capacità, dato che la gamma che con esse si deve coprire ha un rapporto relativamente alto.

Messa a punto del ricevitore

Dopo aver completato il primo gruppo di bobine si può eseguire la messa a pun del ricevitore, mediante la quale esso darà i risultati migliori. Si deve cercare di ottenere un certo equilibrio fra guadagno a radiofrequenza e guadagno a frequenza intermedia.

In condizioni normali di funzionamento il disturbo atmosferico captato dalla antenna deve coprire il disturbo interno generato nel ricevitore. Per accertarsi di ciò basterà togliere l'antenna dal ricevitore: si deve sentire il disturbo sull'altoparlante diminuire apprezzabilmente. Se ciò non avviene, vuol dire che il guadagno a frequenza intermedia del ricevitore è eccessivo oppure che il guadagno a radiofrequenza è troppo

basso. Il guadagno a frequenza intermedia può venire regolato agendo sul potenziometro R_1.

Normalmente nella sezione a frequenza intermedia di questo ricevitore non si ha alcun indizio di innesco. Se si dovesse avere tendenza all'innesco, vuol dire che il montaggio di tale sezione è stato eseguito in maniera non idonea. Nel caso di tendenza all'innesco si potrà ridurre l'amplificazione agendo sul potenziometro R_1 o, meglio ancora, aumentando il valore del resistore di polarizzazione catodica del primo stadio 6BJ6.

Se invece si volesse aumentare il guadagno della sezione a frequenza intermedia del ricevitore, si potrà diminuire il valore dei resistori di polarizzazione catodica degli altri due stadi amplificatori a F.I.

Il potenziometro R_3 che controlla il ritardo nel funzionamento del CAV deve essere normalmente regolato in modo da conferire al rettificatore 6AL5 del CAV una tensione di circa 1 V, misurabile sul piedino 1 dello zoccolo del tubo stesso. Mediante questa tensione il funzionamento del CAV risulta escluso durante la ricezione di segnali deboli mentre durante la ricezione di segnali più forti, con l'entrata in funzione del CAV, viene migliorato il rapporto segnale/disturbo.

Il livello di iniezione di segnale dell'oscillatore eterodina può essere regolato variando la capacità di accoppiamento C_4. Per ottenere una buona ricezione dei segnali a banda laterale unica bisogna che il segnale eterodina iniettato sia sufficientemente forte. Invece per la ricezione di segnali in telegrafia non modulata il livello del segnale di battimento può essere qualsiasi.

Il condensatore C_3 dell'oscillatore eterodina deve essere posto a metà del suo campo di variazione e la frequenza dell'oscillatore eterodina verrà regolata esattamente su 455 kHz agendo sul nucleo di T_4.

La risposta dell'indicatore di campo (S meter) è determinata dalla costante di tempo del circuito di griglia del tubo 12AU7 dell'indicatore di campo. Aumentando da 0,05 μF a 1 μF il valore di capacità di griglia si ottiene un progressivo smorzamento delle fluttuazioni dell'indice dello strumento indicatore di campo, al variare dell'intensità del segnale ricevuto. Il valore definitivo da dare a tale condensatore dipenderà dalla preferenza che l'utente ha verso indicazioni di campo più o meno istantanee.

Infine, la regolazione del potenziometro R_2 di soglia del limitatore di disturbo dipenderà dal valore di livello di taglio che si vuole ottenere. Essa pertanto è funzione della intensità dei segnali interferenti che si hanno nella lo-

calità di installazione del ricevitore.

Funzionamento del ricevitore La sintonia del ricevitore è estremamente facile e la taratura della scala non subisce praticamente alcuna alterazione nel tempo.

Su tutte le bande dilettantistiche, i circuiti di entrata a radiofrequenza del ricevitore sono dimensionati per una linea di trasmissione sbilanciata di 50-100 Ω.

Lo stadio amplificatore a radiofrequenza può essere facilmente posto in risonanza agendo sul compensatore di antenna, situato dentro il selettore.

Per ricevere comunicazioni in fonia, il commutatore S_2 dovrà venire posto sulla posizione AM e si regolerà il volume di riproduzione dell'altoparlante agendo sul potenziometro R_4. Per ricevere comunicazione in grafia o a banda laterale unica si porrà il commutatore S_2 su « grafia » e si girerà completamente in senso orario la manopola del potenziometro di volume R_4.

Per regolare l'amplificazione del ricevitore si agirà sul potenziometro R_5 di regolazione di guadagno a R-F. La frequenza di oscillazione dell'oscillatore eterodina verrà regolata in modo da risultare corrispondente ad un estremo della banda passante del filtro meccanico, nel caso in cui si vogliano ricevere, col segnale « singolo », segnali telegrafici. La frequenza dell'oscillatore eterodina deve sempre essere regolata su un estremo della banda passante del filtro meccanico quando si debbono ricevere segnali a banda laterale unica.

Quando il commutatore S_2 è posto su AM, viene posto in funzione il circuito dell'indicatore di campo (S meter). La sensibilità di tale circuito è regolata mediante il potenziometro R_7.

2-5 Ricetrasmettitore « HANDIE - TALKIE » a 144 MHz

La banda di frequenza a 144 MHz è ideale per le apparecchiature portatili a basso raggio di azione. Per un funzionamento a brevi distanze sono necessarie piccole potenze e inoltre le dimensioni delle antenne, quando si funziona su tali frequenze, sono anch'esse ridotte.

Al momento attuale, i tubi a riscaldamento diretto, ossia alimentati a batterie, hanno una frequenza limite di funzionamento dell'ordine di 150 MHz e quindi la banda a 144 MHz è la massima frequenza ottenibile con tali tubi.

Nelle figure che seguono è illustrato un ricetrasmettitore portatile, alimentato a batterie e la cui frequenza di funzionamento è con-

trollata a quarzo. Questo ricetrasmettitore funziona appunto nella banda dei 2 metri di lunghezza d'onda. Esso è particolarmente adatto come apparato « di emergenza ». Il suo progetto è posteriore a quello dell'apparato AN/URC4 di collegamento aria-mare.

Il ricetrasmettitore che descriviamo è in custodia unica, contenente anche le batterie.

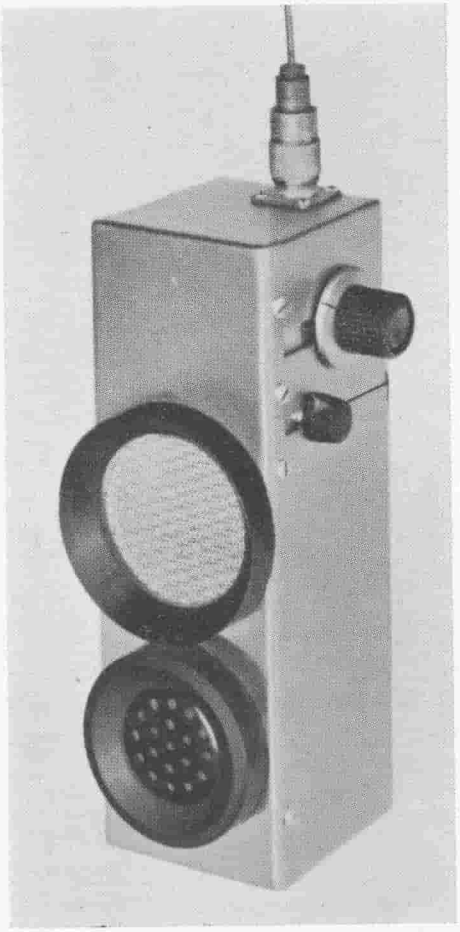


Figura 23.

RICETRASMETTITORE PER 2 METRI DI LUNGHEZZA D'ONDA, ALIMENTATO A BATTERIE

L'apparato, con le relative batterie, è contenuto in un'unica custodia. Il trasmettitore è pilotato a quarzo, sicchè ha una fortissima stabilità di frequenza. In alto a destra vi è il commutatore « Trasmissione-Ricezione ». Immediatamente sotto di esso vi è il comando di sintonia del ricevitore.

Descrizione del circuito

Nella figura 24 è riportato il circuito del ricetrasmettitore. In esso sono usati sei tubi del tipo ad accensione istantanea. Nella parte trasmittente vengono impiegati due tubi e nella parte ricevente sono impiegati altri due tubi. I rimanenti due tubi costituiscono la parte ad audiofrequenza, che è comune sia al trasmettitore che al ricevitore.

La parte trasmittente dell'apparato impiega un tubo 3A5-doppio triodo e un tubo 3A4-pentodo. Uno dei due triodi del tubo 3A5 funziona da oscillatore a quarzo in overtone e sviluppa un segnale a 24 MHz con un quarzo avente frequenza fondamentale di 8 MHz. Il quarzo oscilla in serie e nel circuito viene introdotta una sufficiente reazione collegando un reoforo del quarzo ad una presa effettuata sulla bobina anodica dell'oscillatore. L'oscillatore può essere messo a punto regolando il nucleo della bobina L_4.

Il circuito anodico a 24 MHz dello stadio oscillatore è accoppiato capacitivamente allo stadio 3A4

funzionante da pentodo triplicatore di frequenza, il cui circuito anodico è accordato su 72 MHz. Questo stadio viene fatto risuonare su 72 MHz mediante la regolazione del nucleo della bobina L_5.

A sua volta, lo stadio 3A4 è accoppiato capacitivamente con l'altro triodo del tubo 3A5, che funziona da duplicatore di frequenza, portando così la frequenza del segnale da 72 MHz a 144 MHz. L'accordo del circuito anodico di questo triodo viene eseguito regolando il nucleo della bobina L_6.

Fra la bobina L_6 e l'antenna a

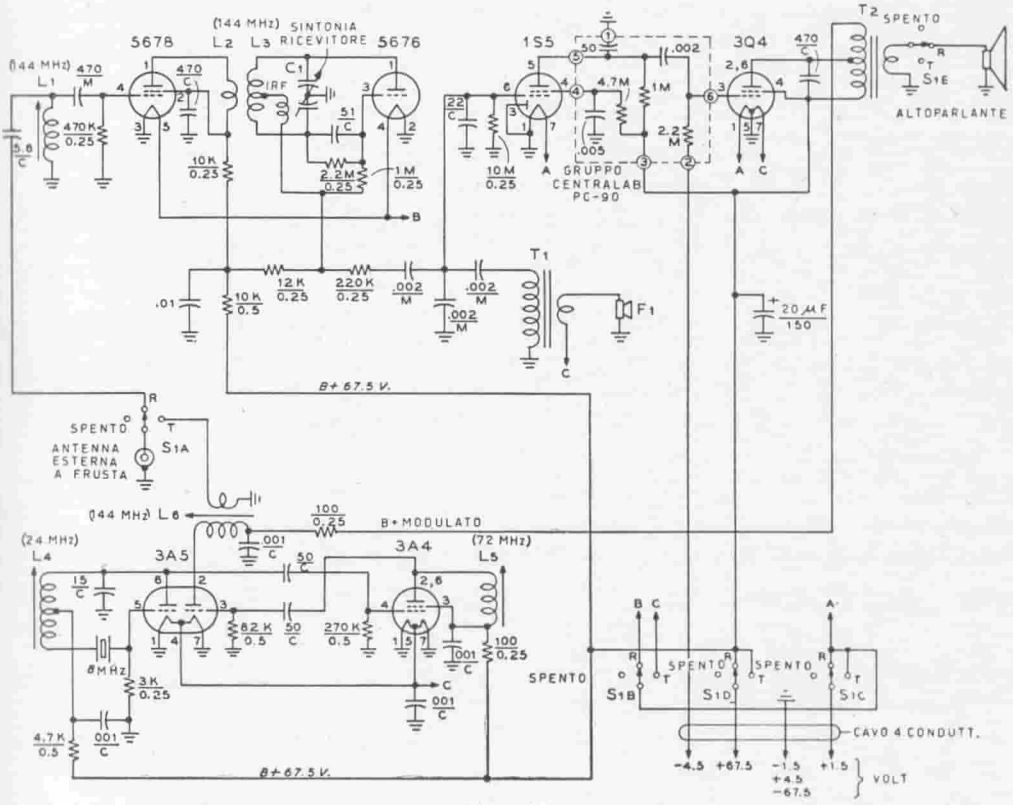


Figura 24.

SCHEMA ELETTRICO DEL RICETRASMETTITORE PER 2 METRI DI LUNGHEZZA D'ONDA

I dati delle bobine sono riportati nella figura 26.

C_1 - Condensatore a farfalla da 11 µµF

S_1 A-B-C-D-E - Commutatore a rotazione a 3 posizioni - 5 vie.

T_1 - Trasformatore di accoppiamento microfono-griglia. Impedenza primario 100 Ω.

T_2 - Trasformatore di uscita ad audiofrequenza Impedenza primario 5 kΩ e 6,7 kΩ Impedenza secondario 4 Ω.

F_1 - Microfono a carbone di tipo telefonico.

frusta a quarto d'onda è stato usato l'accoppiamento induttivo.

Il ricevitore impiega un pentodo subminiatura tipo 5678 come stadio a radiofrequenza. Questo stadio ha lo scopo di migliorare il rapporto segnale/disturbo e di attenuare la radiazione di segnali spurii da parte del rivelatore a super-reazione. A distanza di 1,5 m dal ricetrasmettitore la radiazione da parte di tale rivelatore è tanto bassa, da risultare pressochè inudibile ad un ricevitore di buona sensibilità.

Volendo realizzare una economia si può sostituire il tubo 5678 con un tubo a ghianda tipo 959. Naturalmente, in questo caso, le dimensioni di ingombro risulteranno maggiori. Il rivelatore a super-reazione impiega uno speciale circuito « a estinzione » che fornisce un funzionamento dolce e che consente così di eliminare il normale regolatore « di estinzione ».

I valori indicati sullo schema elettrico sono quelli con i quali si sono ottenuti i migliori risultati.

Bisogna impiegare la massima cura nel fare più corti possibile tutti i collegamenti.

Il condensatore C_1 è il comando di sintonia del ricevitore e consente a questo di coprire la gamma da 140 MHz a 150 MHz. Se si desidera ridurre l'ampiezza della gamma di frequenze ricevibili si potrà togliere a C_1 una o due lamine. In questo caso naturalmente occorrerà modificare anche la bobina L_3. Se si vuole realizzare un'economia, si potrà sostituire il tubo 5676 con un tubo a ghianda tipo 957.

L'uscita ad audiofrequenza del rilevatore a super-reazione viene fatta passare attraverso un filtro a resistenza-capacità, allo scopo di eliminare da essa la frequenza di estinzione.

Il primo stadio ad audiofrequenza impiega un pentodo tipo 1S5 polarizzato per « carica di lancio ». L'accoppiamento per tale stadio e lo stadio finale ad audiofrequenza è effettuato mediante un circuito di accoppiamento « conglobato » della Centralab che, in unico blocco, comprende i sei componenti necessari per tale accoppiamento. Qualora non fosse disponibile un tale gruppo, esso può essere sostituito con resistori e condensatori di tipo usuale, aventi i valori indicati sullo schema elettrico di figura 24.

Lo stadio di uscita è costituito da un pentodo di potenza tipo 3Q4, che alimenta un altoparlante di 60 mm di diametro, attraverso un opportuno trasformatore di uscita T_2. Durante la ricezione viene acceso solo metà del filamento del tubo 3Q4 e ciò allo scopo di ridurre il consumo di corrente e di aumentare così la durata delle batterie di accensione dei filamenti e anodica. Invece durante la tra-

smissione, essendo necessaria una maggiore potenza ad audiofrequenza, vengono accese entrambe le metà del filamento del tubo 3Q4.

Il commutatore S_1 A-B-C-D-E serve ad effettuare la commutazione trasmissione-ricezione. Esso è un commutatore ceramico miniatura, a rotazione. La sezione A di tale commutatore inserisce l'antenna sul ricevitore oppure sul trasmettitore. La sezione B quando il commutatore è in posizione « ricezione » alimenta i filamenti dei tubi a radiofrequenza del ricevitore, mentre quando è in posizione « trasmissione », fornisce la tensione di polarizzazione per il microfono e alimenta l'altra metà del filamento del tubo 3Q4. La sezione C — nella posizione « spento » — interrompe la tensione di accensione a tutti i filamenti dei tubi. La sezione D — nella posizione « spento » — interrompe il circuito della batteria a 67,5 V di alimentazione anodica. La sezione E, quando il commutatore S_1 è nella posizione « ricezione » collega l'altoparlante al sistema ad audiofrequenza del ricevitore. Quando il commutatore S_1 è ruotato completamente nel senso antiorario, l'apparato è spento.

Nelle condizioni normali di funzionamento il ricetrasmettitore può essere tenuto con una sola mano, come se si trattasse di un microtelefono.

Normalmente con questo ricetrasmettitore si userà una antenna corta, a frusta.

La portata di collegamento potrà essere aumentata sostituendo l'antenna a frusta con una antenna direttiva, collegata all'apparato mediante una linea di trasmissione coassiale a 52 Ω.

Per l'alimentazione di questo ricetrasmettitore sono necessarie tre diverse batterie di pile a secco: una, da 1,5 V, per la alimentazione dei filamenti; una, da 4,5 V, per la polarizzazione della griglia del tubo 3Q4, finale ad audiofrequenza. La terza batteria, da 67,5 V, serve per l'alimentazione anodica dell'apparato. Tutte queste tensioni possono essere ottenute mediante piccole batterie a secco, poste dentro la custodia del ricetrasmettitore.

Costruzione del ricetrasmettitore Questo apparato non presenta alcuna difficoltà pratica di realizzazione, dato che per esso si può utilizzare qualsiasi custodia che si abbia a disposizione.

L'apparato mostrato nelle fotografie è stato realizzato mediante una custodia in ferro, lunga 22,8 cm, larga 7 cm e profonda 6,7 cm. La larghezza e la profondità della custodia sono determinate dalle dimensioni delle batterie di cui si dispone. Il pannello frontale dell'apparato è costituito da una

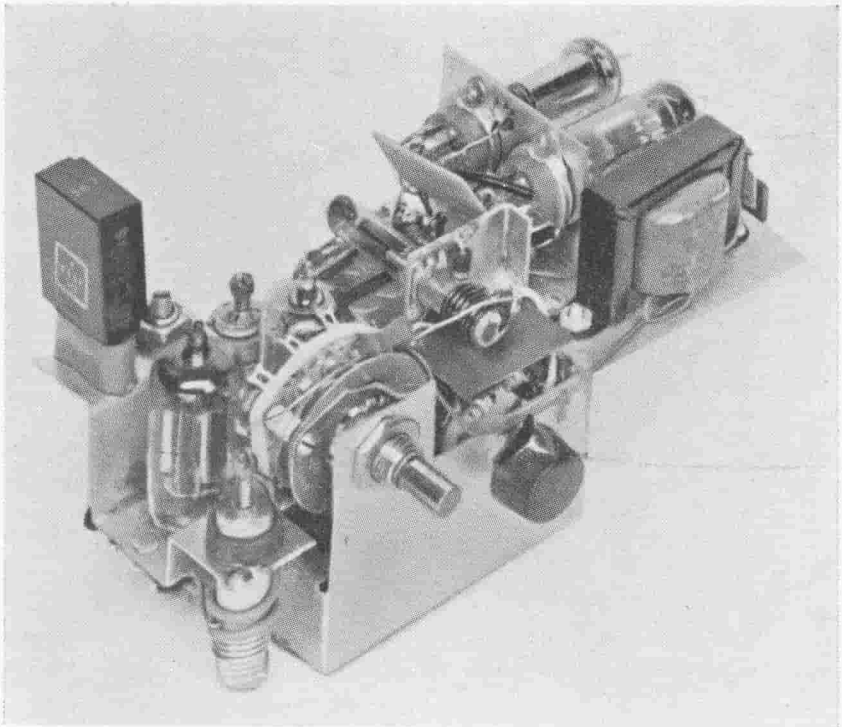


Figura 25.

FOTOGRAFIA DEL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE PORTATILE NELLA QUALE E' VISIBILE LA SISTEMAZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI

Questa fotografia è stata eseguita dalla parte del commutatore S_1. In primo piano è visibile la bobina di uscita L_6 e dietro di essa vi è il tubo 3A5. A destra di questo tubo vi è lo stadio triplicatore di frequenza con tubo 3A4. Dietro a quest'ultimo tubo vi sono le bobine L_4 e L_5. A destra del commutatore S_1 vi è il comando di sintonia del ricevitore. Uno schermo separa il condensatore di sintonia C_1 dalla bobina L_1, posta immediatamente sopra di esso. Il tubo 5678 amplificatore a radiofrequenza è montato su una lastrina verticale ricavata sullo stesso supporto di L_1. Lo schermo posto sotto il tubo a radiofrequenza lo isola dai componenti del rivelatore a super-reazione, posti sotto di esso. A destra sono visibili gli stadi ad audiofrequenza, con il trasformatore di uscita T_1.

lastra, con i bordi ripiegati in modo da funzionare da flangie di fissaggio con il resto della custodia. Su questo pannello frontale verranno fissati il microfono e l'altoparlante.

Il telaio del ricetrasmettitore, sagomato in modo da facilitare il montaggio dei componenti, viene fissato al pannello frontale della custodia mediante viti da 5 mm, che si avvitano sul giogo magnetico dell'altoparlante.

La parte posteriore della custodia e le sue fiancate servono unicamente come schermo. Ad esse

Figura 26.
TAVOLA DELLE BOBINE PER IL TRASMETTITORE PORTATILE

L_1 - 5 spire filo smaltato ∅ 1,3 (vedi testo).

L_2 - 2 spire filo isolato ∅ 0,65 accoppiate all'estremo di griglia della bobina L_3.

L_3 - 5 spire filo smaltato ∅ 1,3 avvolte distanziate su supporto di 10 mm di diametro e 12 mm di lunghezza di bobina.

L_4 - 20 spire filo smaltato ∅ 0,4 avvolte su un supporto di 12 mm di diametro e 12 mm di lunghezza. Presa alla 9ª spira dell'estremo di griglia. Deve risuonare su 24 MHz.

L_5 - 7 spire filo smaltato ∅ 1,3 mm avvolte su un supporto di 10 mm di diametro e 12 mm di lunghezza. Deve risuonare su 72 MHz.

L_6 - 5 spire filo smaltato ∅ 1,3 avvolte su supporto di 10 mm di diametro e 12 mm di lunghezza. Deve risuonare su 144 MHz.

non viene fissato alcun componente, fatta eccezione della presa per l'antenna a frusta. La parte della parete posteriore della custodia che corrisponde al vano delle batterie può essere asportata separatamente, in modo da rendere facilmente accessibili le batterie dell'apparato. Tutto il rimanente della custodia viene fissato permanentemente al pannello frontale mediante viti autofilettanti.

Il quarzo sporge attraverso un foro della custodia, sulla quale inoltre verranno eseguiti tre fori di 10 mm di diametro, attraverso i quali è possibile regolare i nuclei delle bobine del trasmettitore. Dopo aver eseguita la messa a punto dell'apparato questi fori vengono chiusi con ghiere metalliche a molla.

Le fotografie delle figure 25, 27 e 28 riproducono il telaio del ricetrasmettitore visto da tre differenti posizioni. Si noti che lo zoccolo del tubo amplificatore a radiofrequenza è attraversato da un piccolo schermo metallico e che il piedino 3 dello zoccolo è collegato alla massa di tale schermo. Questo schermo serve ad isolare la bobina L_1 dal condensatore di sintonia C_1 che è posto immediatamente sotto di essa.

Ad una estremità del telaio sono posti i due stadi ad audiofrequenza e il trasformatore T_1.

I tubi sono montati con l'asse parallelo al pannello frontale, su un piccolo squadretto di alluminio. Direttamente sotto il trasformatore T_1 vi è il tubo rivelatore 5676 posto anch'esso con l'asse parallelo al pannello frontale.

Lo zoccolo per il quarzo, le bobine del trasmettitore, i due tubi a radiofrequenza e il commutatore S_1 « trasmissione-ricezione » sono montati verso l'altra estremità del telaio.

Fra le bobine L_4 e L_5 è posto un piccolo schermo metallico, allo scopo di ridurre l'accoppiamento reattivo fra i vari stadi. Il trasformatore di uscita T_2 è posto fra la bobina anodica L_5 del tubo 3A4 e i tubi ad audiofrequenza.

La bobina L_1 dello stadio a ra-

diofrequenza è avvolta su un supporto con nucleo di regolazione. Questo supporto sarà costituito da un compensatore ceramico coassiale, al quale verrà asportata l'armatura esterna e sul quale verrà infilato un tubetto di polistirolo. Su quest'ultimo verrà avvolta la bobina. L'armatura interna del compensatore, essendo metallica, servirà a variare l'induttanza della bobina.

Montaggio del ricetrasmettitore Quando si montano apparati che debbono lavorare su frequenze altissime (VHF), la tecnica con cui si esegue il montaggio assume un'importanza grandissima, specialmente se tali apparati debbono avere ingombro molto ridotto.

Per effettuare le saldature si raccomanda di usare un saldatore « a matita », dato che i fili di col-

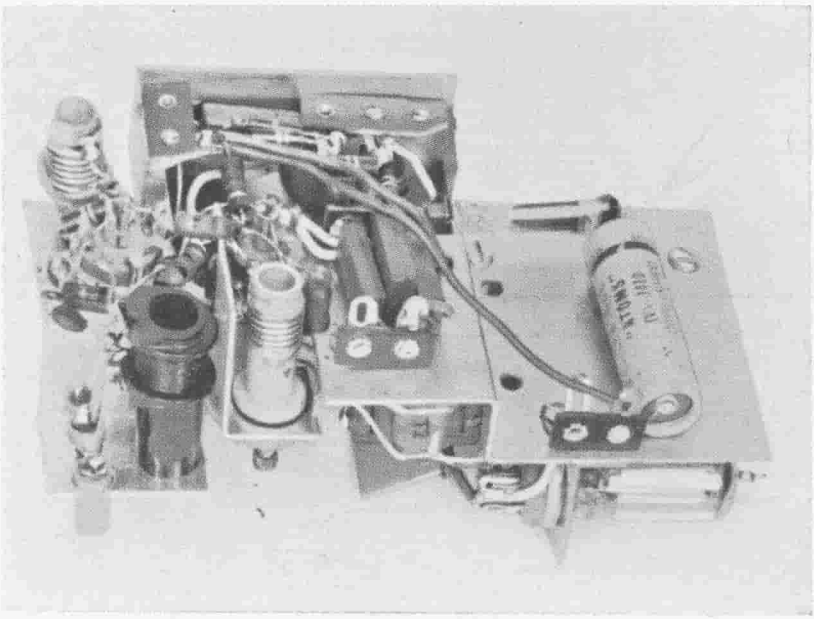


Figura 27.

IL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE PORTATILE, VISTO DAL BASSO

In questa foto sono visibili i componenti principali che vengono sistemati nella parte inferiore del telaio. Il telaio è sagomato in maniera particolare allo scopo di poter contenere i vari componenti nel minore spazio possibile. A sinistra vi è la bobina L_4 dell'oscillatore. Essa è isolata, mediante un piccolo schermo, dalla bobina L_5 del triplicatore. Dietro ad L_4 vi è la bobina di uscita L_6. Posteriormente, a destra, vi è il tubo 5676 rivelatore a super-reazione, vicino al condensatore da 20 μF di filtro. Sotto il telaio, a destra sono visibili i tubi della parte ad audiofrequenza del ricetrasmettitore. A destra della bobina L_5 sono visibili i condensatori del filtro di estinzione.

legamento hanno un isolamento molto sottile, che assai facilmente può venire rovinato se venisse in contatto con la punta del saldatore.

Dapprima si eseguiranno tutti i collegamenti di massa e quelli di accensione dei filamenti dei tubi. Successivamente si costruiranno le bobine e si provvederà a fissarle al loro posto.

Dopo di ciò si monteranno i condensatori di accoppiamento e si porranno al loro posto tutti gli altri componenti a radiofrequenza.

Inserendo i tubi nei loro zoccoli, si provvederà a sintonizzare i vari circuiti accordati sulle rispettive frequenze.

Può essere necessario modificare il numero di spire delle bobine L_1, L_3, L_5 e L_6 a causa delle piccole differenze che possono esistere fra i componenti usati e quelli impiegati nel prototipo che stiamo descrivendo e a causa delle differenti capacità interelettrodiche dei tubi impiegati. Queste regolazioni possono essere effettuate facilmente e con sufficiente precisione se si dispone di un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter).

Dopo aver messo a punto i circuiti a radiofrequenza si può pas-

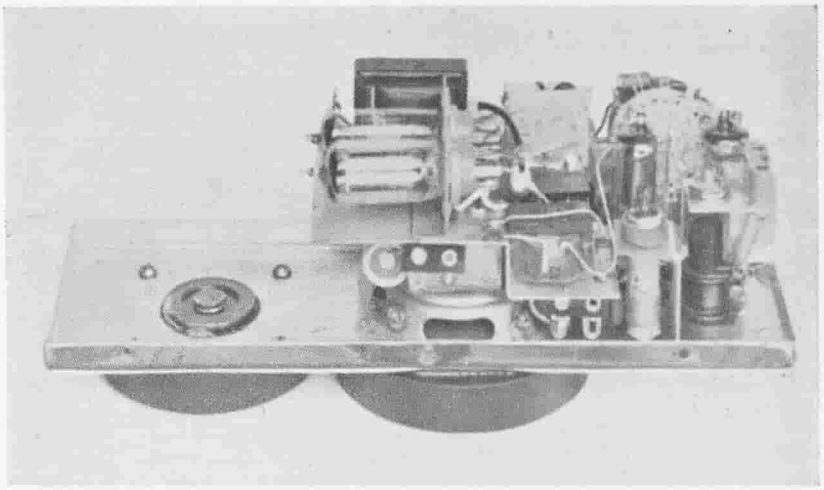


Figura 28.

IL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE FISSATO AL PANNELLO ANTERIORE DELLA CUSTODIA

Il telaio è fissato al pannello mediante viti che si avvitano al giogo magnetico dell'altoparlante. In primo piano è visibile il trasformatore di modulazione T_2 e fra esso e gli zoccoli dei tubi ad audiofrequenza è visibile il gruppo di accoppiamento Centralab PC-90. Lo spazio a sinistra, sopra il microfono, è riservato alle batterie. All'estremo destro vi è lo zoccolo per il quarzo. Esso costituisce l'ultimo componente, in alto, del ricetrasmettitore.

sare al completamento del montaggio del ricetrasmettitore. Nei circuiti a radiofrequenza si dovranno eseguire collegamenti quanto più corti e diritti possibile.

Allineamento del ricetrasmettitore Dopo aver controllati accuratamente tutti i collegamenti, si sfileranno i tubi dai loro zoccoli, nei quali erano stati inseriti per eseguire la messa a punto delle bobine e si inserirà nell'apparato la batteria di alimentazione dei filamenti.

Si controllerà la tensione di accensione del filamento esistente su ciascuno zoccolo per tubo, in corrispondenza alle tre posizioni del commutatore S_1. Ci si accerti che la seconda parte del filamento del tubo 3Q4 (piedino 7) risulti alimentata solo quando il commutatore S_1 viene posto su « trasmissione ». Dopo aver effettuato questa verifica, si può porre al suo posto la batteria di polarizzazione e la batteria di alimentazione anodica. Prima di infilare i tubi nei loro zoccoli, accertarsi della corretta polarità di inserzione delle batterie.

Dapprima si controllerà il funzionamento in ricezione. Dopo aver constatato che il ricevitore funziona si provvederà a regolare il nucleo di L_1 in modo da ottenere la migliore ricezione. Questa regolazione va eseguita con l'antenna a frusta inserita nella presa coassiale del ricetrasmettitore.

Se si vuol provare il ricetrasmettitore mentre ancora non è racchiuso nella sua custodia, si potrà usare un pezzo di filo collegato alla presa di antenna. Con tale antenna provvisoria si potrà captare un segnale di prova. Si provvederà così a regolare l'accoppiamento fra le bobine L_2 e L_3 in modo da ottenere il miglior funzionamento del circuito a superreazione e quindi la migliore sensibilità del ricevitore.

Una volta accertato il regolare funzionamento del ricevitore, si provvederà a porre in funzione il trasmettitore.

Si regoli il nucleo della bobina L_4 in modo da ottenere una buona oscillazione del quarzo. Un ondametro ad assorbimento di griglia, posto vicino ad L_4, può servire ottimamente come indicatore a radiofrequenza. A tale scopo si toglierà provvisoriamente la tensione anodica all'oscillatore di tale ondametro. Altrimenti, se non si dispone di un tale strumento, si potrà controllare il funzionamento dell'oscillatore a quarzo mediante un radioricevitore sintonizzato su 24 MHz, che è il valore di frequenza overtone del quarzo adoperato. Si sintonizzerà lo stadio triplicatore di frequenza, con tubo 3A4, in modo da ottenere la massima uscita su 72 MHz. Questa uscita verrà indicata dall'ondame-

tro ad assorbimento di griglia modificato come si è detto sopra. Infine, si porrà l'ondametro ad assorbimento di griglia (o qualsiasi altro ondametro), immediatamente vicino alla bobina anodica L_6 dello stadio duplicatore a 144 MHz. Questa bobina dovrà venire accordata per la massima uscita su 2 metri.

Dopo aver compiute queste regolazioni preliminari, si sistemerà dentro la custodia il telaio del ricetrasmettitore insieme al blocco delle batterie di alimentazione.

Allineamento finale L'esperienza effettuata con parecchi ricetrasmettitori portatili del tipo di quello che qui si sta descrivendo, suggerisce di usare un'antenna a frusta di lunghezza leggermente maggiore di un quarto della lunghezza d'onda.

Dopo aver sistemato dentro la custodia il ricetrasmettitore, occorrerà riallineare gli stadi del trasmettitore in modo da ottenere la massima intensità di campo indicata da un ondametro posto nelle vicinanze. Dopo di ciò si proveranno varie antenne a frusta di differenti lunghezze. L'antenna a quarto d'onda dovrebbe essere lunga esattamente 48,2 cm ma, per quanto abbiamo detto sopra, sarà opportuno incominciare le prove con un'antenna lunga circa 68 cm e man mano che la si accorcia, provare l'intensità del campo che si irradia.

In generale, con questo piccolo ricetrasmettitore, i migliori risultati si ottengono con un'antenna lunga circa 60 cm.

La potenza di alimentazione anodica sullo stadio finale (seconda sezione del tubo 3A5) dovrà risultare di circa 0,5 W, nelle condizioni di carico ottimo.

La portata di collegamento fra due apparati di questo tipo varia da circa 300 metri, per terreni molto accidentati fino ad oltre 5 km per terreni in pianura. Il collegamento fra un ricetrasmettitore di questo tipo e una stazione fissa, dotata di un ricevitore assai sensibile e di un'antenna direttiva ad alto guadagno, può essere effettuato anche su distanze molto maggiori.

2-6 Ricetrasmettitore su 6 metri (fisso e per auto)

In questi ultimi anni la banda dei sei metri di lunghezza d'onda sta diventando sempre più popolare. L'attuale fase di attività solare, insieme all'influenza esercitata dai nuovi radiodilettanti, ha ravvivato l'interesse per questa banda di frequenza, che una volta era trascurata.

Molte delle stazioni che funzionano su questa banda impiegano potenze relativamente basse e gli

amatori che trasmettono con potenze basse non si trovano in condizioni di inferiorità, soprattutto se hanno un'antenna molto efficiente.

La possibilità di funzionamento mobile sulla banda dei sei metri ha contribuito fortemente a svilupparne l'interesse, per cui oggi si può considerare di attualità disporre di un ricetrasmettitore che sia in grado di lavorare su tale banda e che possa essere installato su un'automobile oppure nel laboratorio del radiodilettante.

Il ricetrasmettitore che descriviamo in questo paragrafo soddisfa appunto alle esigenze su esposte. Questo ricetrasmettitore, di ingombro limitato, funziona nella banda da 50 a 54 MHz. Esso contiene un ricevitore supereterodina particolarmente stabile e un trasmettitore da 10 W. Il trasmettitore può essere controllato a quarzo o, se si desidera, può essere controllato da un oscillatore a frequenza variabile, esterno.

Un sistema ad audiofrequenza da 5 W, alimentato da un microfono piezoelettrico ad alta impedenza, è in grado di effettuare la modulazione al 100% del trasmettitore. In ricezione, lo stesso sistema ad audiofrequenza, ma con potenza ridotta, fornisce una potenza sufficiente a pilotare un altoparlante esterno, ottenendo un

Figura 29.

IL RICETRASMETTITORE DE-LUXE SU 6 METRI, PER INSTALLAZIONE MOBILE O DI LABORATORIO

Alimentato da un alimentatore separato, questo compatto ricetrasmettitore è particolarmente indicato per un ottimo servizio sulla banda dei 6 metri. In una piccola custodia sono contenuti un trasmettitore da 10 W, controllato a quarzo e un ricevitore supereterodina la cui sezione ad audiofrequenza serve a modulare il trasmettitore. A sinistra vi sono i comandi del ricevitore mentre a destra vi sono quelli del trasmettitore. Lo strumento funziona, in ricezione, da indicatore di campo, mentre in trasmissione serve per lo accordo del trasmettitore. Questo ricetrasmettitore può essere impiegato anche con un oscillatore a frequenza variabile, esterno.

volume sonoro molto superiore al rumore generato dal motore dell'automobile.

Questo ricetrasmettitore ha dimensioni così ridotte, da poter essere agevolmente sistemato in una automobile. La qualità della modulazione è ottima.

Il consumo totale di corrente anodica è di 100 mA a 250 V. L'oscillatore locale del ricevitore funziona con tensione anodica e di filamento stabilizzate e ciò ne assicura la massima stabilità di funzionamento, dote indispensabile specialmente in apparati che debbono poter funzionare installati su automobili.

Il circuito del ricetrasmettitore Nella figura 30 è riportato lo schema a blocchi del ricetrasmettitore. In esso sono impiegati undici tubi, più un tubo stabilizzatore di corrente per il filamento dell'oscillatore locale del ricevitore.

La commutazione « trasmissione-ricezione » viene effettuata mediante un pulsante che aziona due relè a corrente continua. Tale pulsante è posto sul sostegno del microfono.

Il ricevitore è dotato di uno stadio amplificatore a radiofrequenza a banda larga e di due stadi amplificatori a frequenza intermedia. Lo stadio a radiofrequenza impiega un pentodo da televisione, tipo 6CB6 con circuiti di griglia e anodico ad accordo fisso. Questo stadio è accoppiato capacitivamente ad un secondo tubo 6CB6 funzionante da mescolatore, con iniezione sulla griglia.

L'oscillatore a frequenza variabile impiega un terzo tubo 6CB6, con circuito Tri-tet. Il circuito oscillatore (costituito da L_3, C_3 e C_4) funziona sulla gamma 17-17,7 MHz. Il circuito anodico di questo stadio è a comando unico con quello dell'oscillatore ed è accordato sulla terza armonica del segnale di oscillazione, ossia nel campo di frequenza da 51 a 53 MHz. La tensione di terza armonica viene inviata mediante un accoppiamento capacitivo, alla griglia controllo dello stadio mescolatore.

Su tutta la gamma di sintonia la realizzazione del comando unico fra oscillatore e triplicatore viene ottenuta ponendo, nel circuito dell'oscillatore, un condensatore di correzione in serie.

In questo ricetrasmettitore il canale a frequenza intermedia è accordato sulla frequenza di 1 MHz.

Se si considera l'oscillatore come funzionante su frequenza più alta del segnale in arrivo, si ha che il campo di sintonia del ricevitore risulta da 50 a 52 MHz. Se invece si considera l'oscillatore come funzionante su frequenza più bassa del segnale in arrivo, il

campo di sintonia del ricevitore diviene da 52 a 54 MHz.

Come si è detto, i circuiti dello stadio amplificatore a radiofrequenza sono a sintonia fissa, per cui essi debbono amplificare pressochè uniformemente tutti i segnali aventi frequenza compresa fra 50 e 54 MHz. Conseguentemente, avviene che i segnali che differiscono di 1 MHz dalla frequenza della terza armonica dell'oscillatore locale vengono ricevuti con intensità costante.

Questo sistema di ricezione si chiama « a sovrapposizione » per il fatto che contemporaneamente vengono ricevute due frequenze (la fondamentale e la sua immagine). Per esempio, se la terza armonica dell'oscillatore locale ha la frequenza di 51 MHz, si ricevono contemporaneamente le due frequenze di 50 e di 52 MHz.

Siccome la maggior parte dei radiodilettanti trasmette sulla parte più bassa della banda dei 6 metri, risulta molto improbabile che si ricevano contemporaneamente due segnali distanti fra loro 2 MHz, dato che la banda di frequenze adoperata dai radiodilettanti è larga solo 1 MHz.

L'applicazione del principio della sovrapposizione semplifica grandemente il progetto, la realizzazione e la sintonia del ricevitore per VHF. Logicamente, con questo tipo di ricevitore non avrebbe significato usare la doppia con-

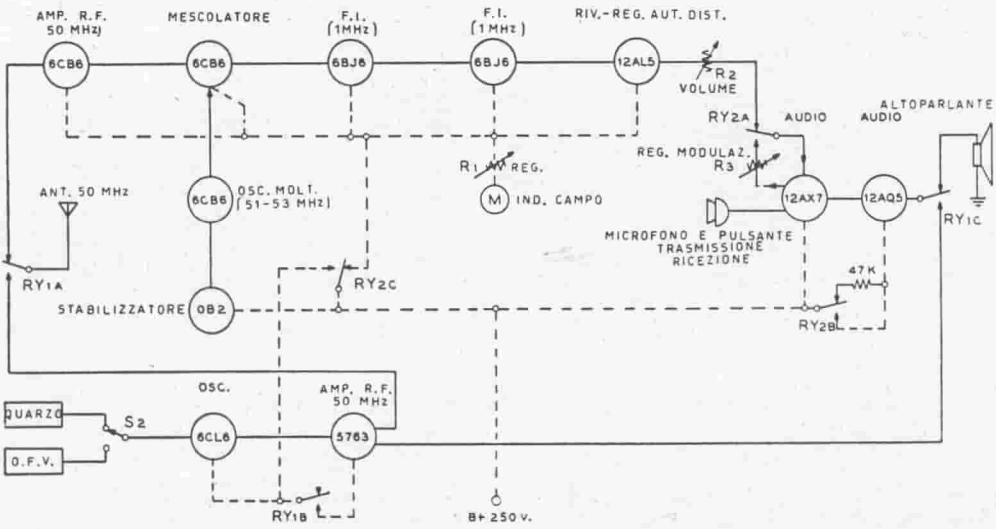


Figura 30.

SCHEMA A BLOCCHI DEL RICETRASMETTITORE DA 10 W SU 6 METRI

versione di frequenza, dato che l'oscillatore locale deve coprire solo una banda di frequenze molto ristretta. Da ciò risulta evidente l'economia e la maggiore semplicità circuitale del ricevitore.

Per ottenere una elevata sensibilità si sono usati due stadi amplificatori a frequenza intermedia e per ottenere una notevole selettività con una curva di banda passante « squadrata » si sono impiegati cinque trasformatori a frequenza intermedia.

Un tubo 12AL5 funziona da rivelatore, rettificatore per il controllo automatico di volume e da limitatore automatico dei disturbi. La tensione di accensione di questo tubo è di soli 10,5 V, allo scopo di migliorare il funzionamento come limitatore di disturbi.

Nel sistema ad audiofrequenza del ricetrasmettitore sono impiegati due tubi. Di essi, un tubo 12AX7, doppio triodo, serve come preamplificatore a due stadi per microfono, accoppiati fra loro a resistenza-capacità.

In ricezione si usa solo una delle due sezioni di questo tubo. Questo doppio triodo è accoppiato capacitivamente al tubo finale ad audiofrequenza 12AQ5.

Un trasformatore di uscita con presa intermedia adatta l'impedenza di carico del tubo 12AQ5 con quella presentata dal circuito anodico dell'amplificatore a radiofrequenza del trasmettitore, mentre un secondario a bassa impedenza, avvolto sullo stesso trasformatore di uscita, serve ad adattare l'impedenza di carico del tubo 12AQ5 con l'impedenza della bobina mobile dell'altoparlante, durante la ricezione.

Quando l'apparato funziona in ricezione, la tensione di griglia schermo del tubo 12AQ5 viene ridotta allo scopo di assorbire una potenza minore dall'alimentatore.

La parte trasmittente del ricetrasmettitore impiega due pentodi. L'oscillatore è un tubo 6CL6, montato in un circuito « a catodo caldo » con quarzo da 25 MHz, in overtone.

Il commutatore S_2, posto nel circuito di griglia dell'oscillatore, permette di inserire, invece dell'oscillatore a quarzo, un oscillatore a frequenza variabile esterno. Il circuito anodico dell'oscillatore (L_5-L_8) è accordato su 50 MHz, seconda armonica del quarzo.

Un commutatore S_1 nel circuito di griglia schermo dell'oscillatore permette all'operatore di far funzionare lo stadio oscillatore del trasmettitore anche durante la ricezione, allo scopo di eseguire una esatta regolazione della frequenza di ricezione.

L'oscillatore è accoppiato induttivamente allo stadio amplificatore a radiofrequenza con tubo 5763. Questo stadio è modulato sul-

l'anodo dall'amplificatore a audiofrequenza del ricevitore.

L'amplificatore a radiofrequenza è neutralizzato a ponte a mezzo del condensatore C_{10}. In tal modo si ha una ottima stabilità di funzionamento su tutto il campo di frequenze di lavoro.

Il circuito anodico del tubo 5763 è accoppiato al carico da 52 Ω o da 72 Ω mediante un circuito di uscita a π.

Il passaggio dalla ricezione alla trasmissione viene ottenuto mediante due relé-eccitati a corrente continua. Tale eccitazione avviene quando si preme il pulsante posto sul sostegno del microfono. Quando la batteria dell'automobile è a 12 V, anzichè a 6 V, le bobine di eccitazione dei due relé verranno collegate in serie.

Nella figura 31 sono indicate le commutazioni che vengono effettuate con i relé. Il relé RY_1 effettua la commutazione di antenna, quella di griglia schermo e inserisce l'altoparlente. Il relé RY_2 esegue la commutazione dell'uscita ad audiofrequenza, varia la tensione di

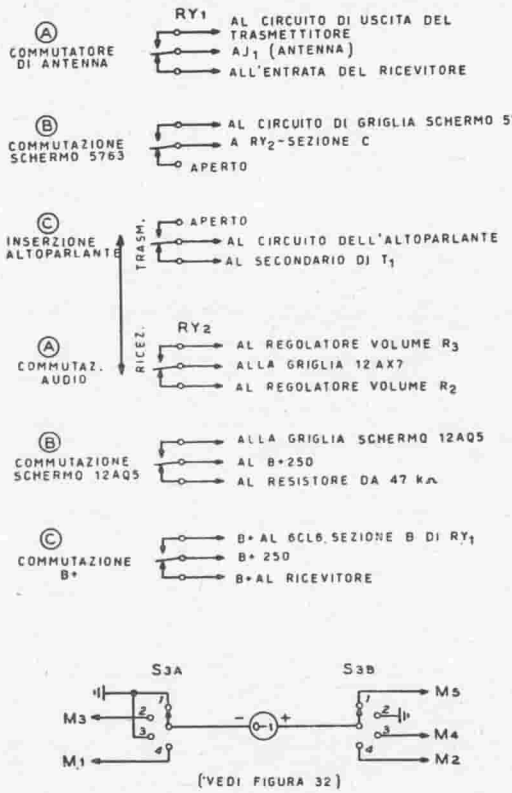


Figura 31.
CIRCUITI DEI RELE' E DELLO STRUMENTO
I relè sono rappresentati in posizione diseccitata (ricezione).

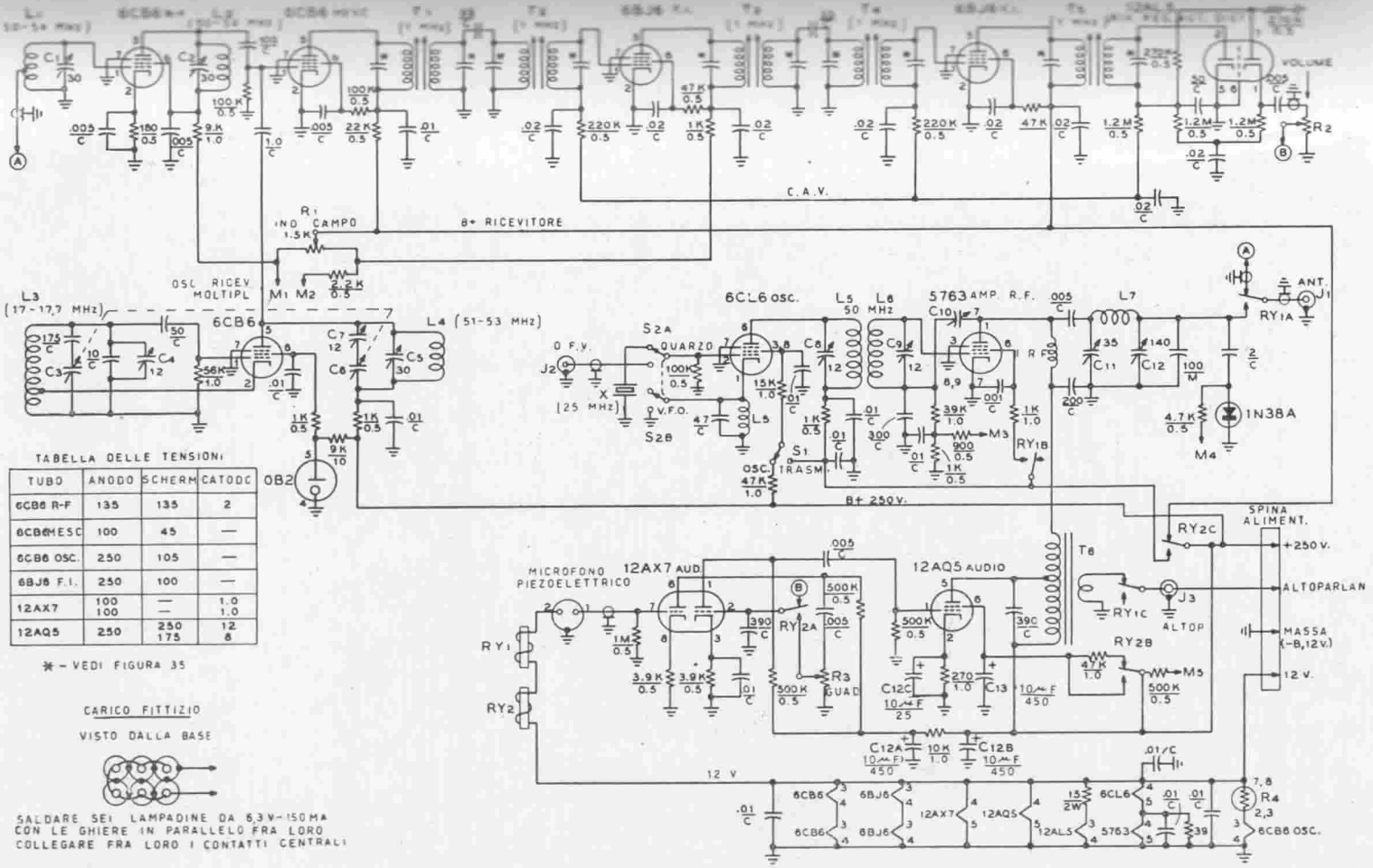


TABELLA DELLE TENSIONI

TUBO	ANODO	SCHERM	CATODO
6CB6 R-F	135	135	2
6CB6 MESC	100	45	—
6CB6 OSC.	250	105	—
6BJ8 F.I.	250	100	—
12AX7	100 100	— —	1.0 1.0
12AQ5	250	250 175	12 8

* - VEDI FIGURA 35

CARICO FITTIZIO

VISTO DALLA BASE

SALDARE SEI LAMPADINE DA 6,3 V - 150 mA CON LE GHIERE IN PARALLELO FRA LORO COLLEGARE FRA LORO I CONTATTI CENTRALI

Figura 32.
SCHEMA ELETTRICO DEL RICETRASMETTITORE SU 6 METRI

Nella figura 35 sono riportati i dati delle bobine e quelli per le modifiche dei trasformatori a frequenza intermedia. Nella figura 31 sono indicati i collegamenti dei relè e dello strumento.

C_1 - C_2 - C_3 - Compensatori ceramici da 6-30 pF.

C_4 - C_7 - C_8 - C_9 - Compensatori ceramici da 3-12 pF.

C_5 - C_6 - Condensatore variabile doppio da 2x15 pF.

C_{10} - Condensatore variabile a pistone da 7 pF.

C_{12} - Condensatore variabile da 140 pF.

RY_1 - RY_2 - Relè a due posizioni - 3 vie con bobina di eccitazione a 6,3 Vc.c.

$T_1 \div T_5$ - Trasformatori a frequenza intermedia a 1000 kHz.

C_{11} - Condensatore variabile da 35 pF.

T_6 - Trasformatore di uscita audio
Impedenza primario: 5 kΩ e 6,7 kΩ
Impedenza secondario: 4 Ω.

R_4 - Tubo stabilizzatore di corrente Amperite 3 TF-4A.

griglia schermo del tubo finale 12AQ5 e commuta il circuito B+ di alimentazione anodica. Nelle figure 31 e 32 entrambi i relé sono rappresentati nella posizione « ricezione».

L'accordo corretto per l'amplificatore a radiofrequenza verrà ot-

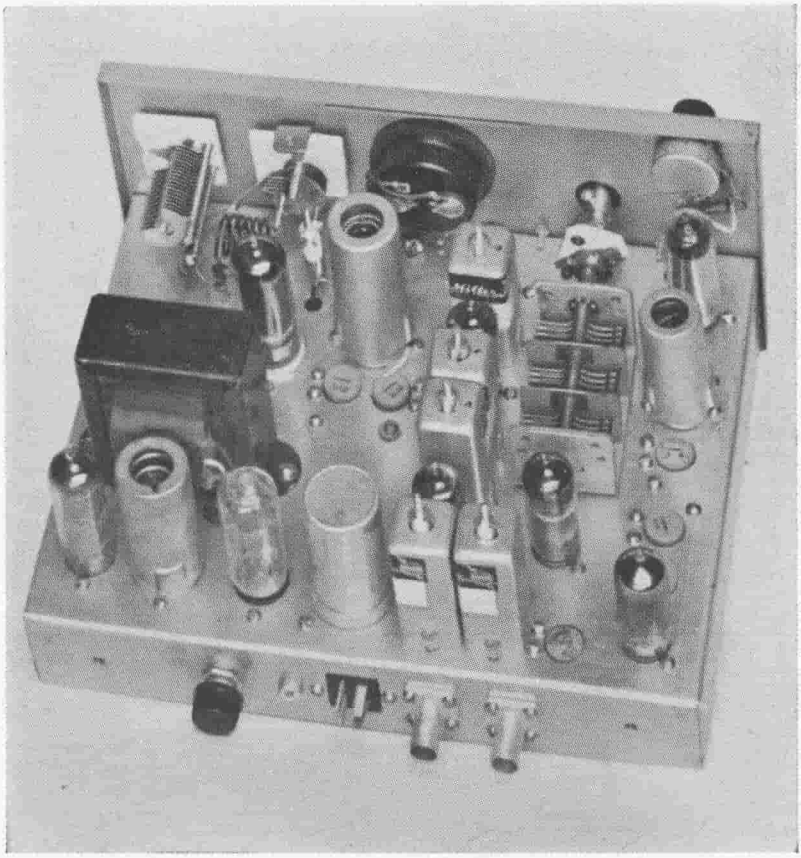


Figura 33.
IL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE SU 6 METRI, VISTO POSTERIORMENTE

A destra vi è la sezione ricevente, con i compensatori che sporgono dal piano superiore del telaio. La sezione centrale del condensatore variabile a tre sezioni non viene adoperata. Nella parte sinistra in alto sono posti gli organi di regolazione dell'uscita del trasmettitore. Verso il bordo posteriore del telaio, ossia in primo piano in questa foto è visibile il tubo stabilizzatore di corrente per il filamento del tubo oscillatore del ricevitore. Esso è posto sopra il potenziometro regolatore di livello di modulazione situato sulla parete posteriore del telaio. Il tubo amplificatore 5763 è dietro il trasformatore di modulazione e alla sua destra, protetto da uno schermo, vi è il tubo 6CL6. Sulla mezzeria del ricetrasmettitore è situata la serie di stadi amplificatori a frequenza intermedia. Sulla parete posteriore del ricevitore sono sistemate la presa di antenna, la presa per altoparlante e la presa per le tensioni di alimentazione. Sull'angolo destro in alto del pannello frontale vi è il potenziometro regolatore di volume ad audiofrequenza.

tenuto mediante un semplice voltmetro con diodo a cristallo (1N-38A) inserito nel circuito di antenna. Lo stadio dovrà venire accordato per la massima indicazione del voltmetro.

Un commutatore a rotazione S_3 a due vie - quattro posizioni serve ad inserire il milliamperometro da 1 mA c.c. fondo-scala, su altrettanti circuiti del ricetrasmettitore. Nella posizione 1 (M_5) lo strumento funziona da voltmetro da 500 V fondo-scala, per la misura della

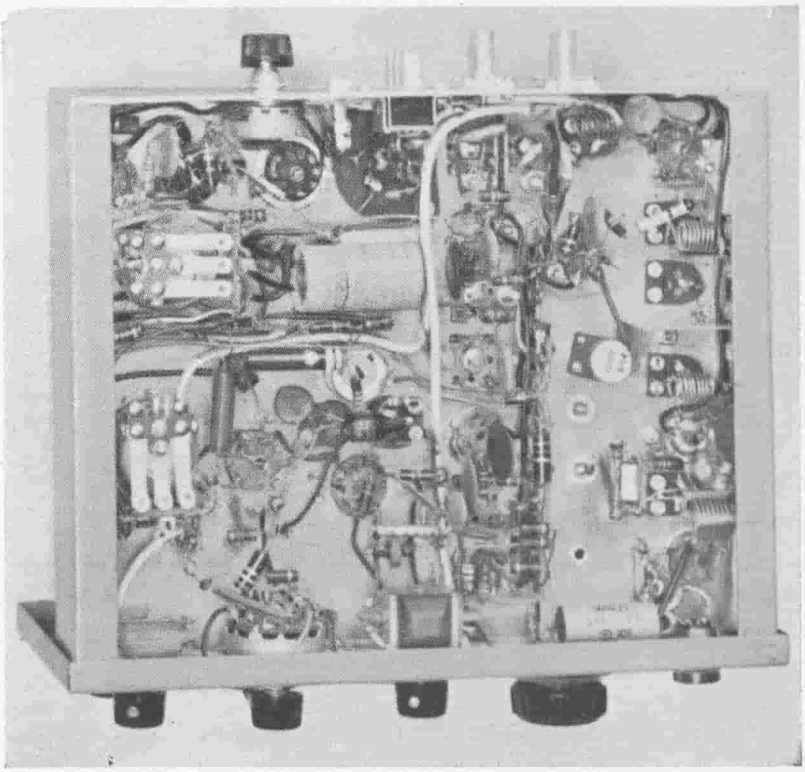


Figura 34.
IL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE, VISTO DAL BASSO

Verso la fiancata sinistra del telaio sono visibili i relè di commutazione. Al centro dell'apparato è visibile la serie di stadi amplificatori a frequenza intermedia. A destra vi sono gli stadi amplificatori a radiofrequenza del ricevitore. Fra i relé e il canale a frequenza intermedia del ricevitore vi sono gli stadi del trasmettitore. Lungo il bordo posteriore del telaio sono sistemati gli stadi ad audiofrequenza. I componenti piccoli sono montati direttamente fra i piedini degli zoccoli dei tubi oppure fra essi e i capofili di piastrine isolanti posti nelle loro vicinanze.

Nota: Il circuito dei filamenti è progettato per una alimentazione a corrente continua. Se si desidera alimentare i filamenti con corrente alternata bisognerà adoperare relé con bobina di eccitazione ad alta resistenza, da alimentare mediante la tensione anodica fornita dall'alimentatore.

tensione anodica del ricetrasmettitore. Nella posizione 2 (M_3) lo strumento diviene un milliamperometro da 10 mA c.c. fondo-scala e serve per misurare la corrente di griglia dell'amplificatore di potenza a radiofrequenza. Nella posizione 3 (M_4) lo strumento funziona come voltmetro a radiofrequenza e nella posizione 4 (M_1-M_2) lo strumento viene inserito nella linea di alimentazione anodica degli stadi amplificatori a radiofrequenza e a frequenza intermedia del ricevitore. Siccome la corrente anodica assorbita dallo stadio amplificatore a frequenza intermedia dipende dalla tensione sviluppata dal C.A.V., nella posizione 4 lo strumento funziona da indicatore di campo.

In normali condizioni di efficienza, la tensione di una batteria a 12 V può variare, sul veicolo, da 11 V a 14,5 V. Questa variazione logicamente si ripercuote sulla frequenza generata dall'oscillatore locale del ricevitore, infirmandone la stabilità. Conseguentemente si ha una variazione della taratura in frequenza del ricevitore, al variare della tensione sviluppata dalla dinamo di bordo ossia al variare della velocità dell'automobile.

Per evitare tale inconveniente, in questo ricevitore è stato posto in serie al circuito di filamento del tubo 6CB6 oscillatore del ricevitore, un tubo stabilizzatore di corrente (R_4). Questo tubo assorbe le variazioni di tensione del circuito di filamento, mantenendo così fra i terminali del filamento del tubo oscillatore una tensione costantemente uguale a 6,3 V (con variazioni di qualche percento).

I filamenti dei tubi a sei volt del ricevitore sono collegati in serie-parallelo allo scopo di poterli alimentare direttamente ad una tensione di 12 V. In parallelo al filamento del tubo 5763 è necessario porre un resistore di compensazione, che serve ad equilibrare la corrente assorbita dal filamento di detto tubo con quella del tubo 6CL6 oscillatore.

Costruzione e montaggio del ricetrasmettitore

Dalle figure 29, 33 e 34 risulta evidente la disposizione costruttiva del ricetrasmettitore. Il telaio, di alluminio, ha le dimensioni di cm 22,8×17,8×3,8. Esso penetra a misura in una custodia in ferro, alta 11,5 cm e che ha circa la stessa larghezza e profondità del telaio.

La custodia è costruita in lamiera di ferro forata, allo scopo di assicurare una adeguata ventilazione mentre contemporaneamente con questo tipo di costruzione, si riduce a valori molto bassi la radiazione di frequenze spurie.

Visto posteriormente (fig. 33), la parte ricevente occupa la metà di destra del telaio, mentre la par-

te trasmittente e modulatrice occupa la metà di sinistra.

Le spine e le prese per i collegamenti esterni sono montate sulla parete posteriore del telaio dell'apparato, insieme al regolatore R_3 di livello di modulazione. Questi componenti sporgeranno fuori dalla custodia esterna del ricetrasmettitore, passando attraverso appositi fori.

Tutti i condensatori variabili ceramici, che sono impiegati come compensatori nei circuiti del trasmettitore, sono montati sul piano superiore del telaio, in modo che possano essere regolati dal di fuori della custodia, dall'alto. Fa eccezione il compensatore C_7 dell'oscillatore del ricevitore che, per ragioni di spazio, è stato montato sotto il telaio.

Sotto il telaio vi è un piccolo schermo da 40×30 mm, posto fra la bobina L_4 di uscita dell'oscillatore e la bobina L_2 anodica dell'amplificatore a radiofrequenza del ricevitore. Questa è l'unica schermatura tra gli stadi necessaria nel ricetrasmettitore.

I due relé di commutazione RY_1 e RY_2 sono montati sulla facciata inferiore del telaio, vicino al trasformatore di modulazione T_6. Fra i relè è posta una piastrina in carta bakelizzata con 8 capofili. Da una parte di questa piastrina è situato il potenziometro R_1 dell'indicatore di campo, del tipo miniatura.

Tutti gli zoccoli e i condensatori variabili ceramici sono montati mediante viti con dado da 3 mm. Sotto ciascun dado si fisserà, orientandolo opportunamente, un capofilo di massa.

Montaggio del ricetrasmettitore Il montaggio del ricetrasmettitore risulta relativamente semplice, se effettuato seguendo un ordine opportuno.

La parte inferiore del telaio contiene molti piccoli componenti che debbono possibilmente venire distribuiti uniformemente su tutto il telaio. Per questa ragione nella installazione delle varie parti del ricetrasmettitore occorre procedere razionalmente.

Prima di iniziare il montaggio del ricetrasmettitore è opportuno modificare i trasformatori a frequenza intermedia, conformemente a come indicato nella figura 35.

La maggior parte dei componenti verrà installata fra i piedini degli zoccoli dei vari tubi e cinque piastrine di carta bakelizzata con capofili. Una di queste piastrine, menzionata poco avanti, è posta fra i due relè di commutazione.

Una piastrina con quattro capofili e un'altra con sei capofili verranno montate in fila parallelamente alla congiungente dei due zoccoli dei tubi amplificatori a frequenza intermedia. I componenti degli stadi a frequenza intermedia verranno montati fra i ca-

Figura 35.

TAVOLA DELLE BOBINE
PER IL RICETRASMETTITORE SU 6 METRI

L_1 - L_2 - L_4 - 8 spire filo smaltato ∅ 1 mm avvolte su supporto di 10 mm di diametro e 12 mm di lunghezza.

L_3 - 7 spire filo smaltato ∅ 1,3 mm avvolte su supporto di 12 mm di diametro e 12 mm di lunghezza.

L_5 - L_6 - 10 spire filo smaltato ∅ 0,65 mm avvolte su supporto di 8 mm di diametro e 3 mm di lunghezza. Regolare la distanza fra le bobine in modo da ottenere la massima eccitazione di griglia. Le bobine debbono essere montate l'una in fila all'altra.

L_7 - 6 spire filo smaltato ∅ 1,3 mm avvolte su supporto di 12 mm di diametro, lungo 16 mm.

T_1 - 75 - Sostituire il condensatore di accordo da 100 μμF dei trasformatori a frequenza intermedia da 1500 kHz con condensatori da 200 μμF, in modo da portare la frequenza intermedia a 1000 kHz.

pofili di queste piastrine e i piedini degli zoccoli dei tubi 6BJ6 e 12AL5.

Una piastrina isolante con quattro capofili doppi verrà sistemata parallelamente agli zoccoli dei tubi amplificatori a radiofrequenza del ricevitore. I componenti più piccoli della sezione a radiofrequenza verranno montati fra questa piastrina e i piedini degli zoccoli dei tubi 6CB6.

Le bobine a radiofrequenza della sezione ricevente (L_1, L_2, L_3 e L_4) sono montate direttamente ciascuna sul compensatore ceramico ad essa associato. Anche le bobine L_5 e L_6 di accoppiamento fra gli stadi della sezione trasmittente verranno montate sui rispettivi compensatori, come si può vedere chiaramente nella figura 34 (al centro).

Dopo aver montato sul telaio tutti i componenti principali si eseguiranno tutte le connessioni di massa facenti capo ai vari zoccoli. Successivamente si eseguiranno i collegamenti di alimentazione dei filamenti. Dopo di ciò si eseguiranno anzitutto i collegamenti del preamplificatore per microfono, tenendo cura di sistemare i componenti piccoli direttamente fra i piedini degli zoccoli, per economizzare spazio. Anche tutti i componenti piccoli della sezione a frequenza intermedia potranno venire montati direttamente sugli zoccoli dei tubi e nello spazio compreso fra tali zoccoli e la adiacente piastrina isolante con capofili.

A questo punto bisogna provvedere a portare la tensione di eccitazione ai due relé di commutazione e a collegare i vari contatti dei relé ai rispettivi circuiti. Infine si provvederà a completare tutti i collegamenti del ricevitore. I collegamenti che fanno capo al regolatore di volume R_2 posto in alto a sinistra sul pannello frontale, vanno eseguiti in cavetto schermato.

Per ultimi si eseguiranno i collegamenti del circuito indicatore

di campo. Si noti che la custodia del potenziometro R_1 non va collegata a massa e pertanto essa deve venire isolata dal telaio mediante rondelle di fibra autocentranti.

Controllo del ricevitore Il ricevitore può essere controllato prima ancora di eseguire i collegamenti del trasmettitore.

Durante la ricezione, i relé RY_1 e RY_2 debbono essere diseccitati. Si esaminino entrambi tali relé e ci si accerti che i contatti di riposo (a relé diseccitati) siano puliti e in buone condizioni.

Per controllare il funzionamento del ricetrasmettitore è necessario un alimentatore che sia in grado di sviluppare 250 V con 100 mA di corrente assorbita e 12,6 V con 3,6 A. È anche necessario un altoparlante con bobina mobile da 4 Ω.

Dopo aver applicata l'alimentazione al ricevitore si controlleranno, con un voltmetro ad alta resistenza, le tensioni esistenti nei punti più importanti del ricevitore stesso. Queste tensioni debbono corrispondere con quelle riportate in figura 32.

Quando si è constatato che la sezione ricevente è in ordine, si applicherà, (eseguendo un accoppiamento lasco col circuito anodico (piedino 5) del tubo mescolatore 6CB6, un segnale a 1 MHz modulato e si regoleranno i nuclei di tutti i trasformatori a frequenza intermedia in modo da ottenere il massimo segnale di uscita ad audiofrequenza. Man mano che i trasformatori a frequenza intermedia vengono accordati si dovrà ridurre il segnale applicato al circuito anodico del tubo mescolatore, allo scopo di evitare che gli stadi vadano in saturazione.

A questo punto occorre controllare la copertura di frequenza dell'oscillatore locale del ricevitore, che deve risultare compresa fra 17 e 17,7 MHz. Questo controllo può essere effettuato mediante un ricevitore tarato oppure mediante un frequenzimetro.

Il compensatore determina il rapporto di gamma coperta dall'oscillatore mentre il condensatore C_4 di correzione in serie sposta tale gamma verso frequenze più alte o più basse.

Il correttore in serie C_4 verrà regolato in modo che la frequenza di 17 MHz venga ottenuta con il comando principale di sintonia posto a cinque gradi dalla massima capacità del condensatore variabile, così da ottenere una leggera sovracopertura della banda.

Man mano che viene ridotta la capacità del condensatore variabile di sintonia, aumenta la frequenza dell'oscillatore, che deve diventare di 17,7 MHz con variabile quasi tutto aperto.

Come si è detto, per allargare

o ridurre la banda di frequenza generata, si agirà sul compensatore mentre, per aumentarne o diminuirne la frequenza, si agirà sul condensatore di correzione in serie.

Dopo aver ottenuto il corretto campo di frequenze dell'oscillatore si dovrà tarare il circuito del triplicatore, in modo da risultare perfettamente allineato con quello dell'oscillatore. Per fare ciò, si porrà il condensatore principale di sintonia su 17,7 MHz e si regolerà il compensatore in parallelo C_5 in modo che il circuito accordato risuoni su 53 MHz. Questa regolazione verrà effettuata con un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter).

Si sposta poi il comando principale di sintonia in modo che l'oscillatore funzioni su 17 MHz e si regola il correttore in serie C_7 in modo che il circuito triplicatore risuoni su 51 MHz. Dopo che i due circuiti sono stati correttamente allineati si può eseguire il ritocco finale agendo successivamente sui condensatori C_5 e C_7 in modo da ottenere che, su tutto il campo di frequenze, la corrente di griglia dello stadio mescolatore risulti costante. Per accertarsi di ciò si dissalderà temporaneamente il reoforo di massa del resistore di griglia da 0,1 MΩ del tubo mescolatore 6CB6 (piedino 1) e si porrà un microamperometro da 100 μA fondo-scala fra tale reoforo e massa.

Il condensatore C_7 influisce sulle frequenze più basse mentre il condensatore C_5 influisce su quelle più alte. Si regoleranno prima l'uno e poi l'altro condensatore fino ad ottenere una corrente di griglia pressochè costante su tutta la gamma. In condizioni normali di funzionamento, tale corrente di griglia deve essere dell'ordine dei 15 μA.

Per l'ultimo si eseguirà l'allineamento dei circuiti accordati dello stadio amplificatore a radiofrequenza. Tali circuiti sono a selettività piuttosto piatta, per cui basta soltanto allinearli in modo da dare la massima amplificazione sulla parte della banda di frequenze che più interessa. In particolare, la frequenza di allineamento sarà di 50,5 MHz nel caso in cui interessi ricevere principalmente la parte a frequenza più bassa della banda. Con questo allineamento, i segnali aventi frequenza superiore a 52 MHz risulteranno leggermente attenuati.

Se invece interessa di più la parte a frequenza più alta della banda dei sei metri, si sceglierà come frequenza di allineamento la frequenza di 53 MHz. In questo caso si avrà una leggera diminuzione di sensibilità nella regione dei 50 MHz.

neamente il collegamento che partendo dal circuito di griglia schermo del tubo 5763 va al contatto del relé RY_1-B. In tal modo viene eliminata la tensione di schermo dell'amplificatore a radiofrequenza. Si applicano al ricetrasmettitore le tensioni di filamento e anodica e si regola il condensatore C_8 in modo da fare entrare in oscillazione il quarzo.

Lo strumento indicatore viene posto sulla posizione « Griglia » (M_3) e si regola il condensatore C_9 in modo da ottenere la massima corrente di griglia. Si dovrà avere una deviazione dell'indice a circa metà scala.

Per ottenere una corretta corrente di griglia si varierà leggermente l'accoppiamento fra L_5 e L_6. Si inserisce l'antenna fittizia (figura 32) nella presa di antenna J_1 e si pone sulla massima capacità il condensatore di carico C_{12}. Si pone in risonanza su 50 MHz il circuito anodico dello stadio amplificatore servendosi di un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter), accoppiato con la bobina L_7. Si varia la distanza fra le spire di L_7 fino ad ottenere la risonanza con il condensatore di accordo C_{11} posto a metà capacità.

Dopo aver compiuta questa regolazione preliminare, si varierà la capacità del condensatore C_{11} dal massimo al minimo, notando attentamente le escursioni della corrente di griglia dell'amplificatore.

A meno che il condensatore di neutralizzazione C_{10} sia stato posto per combinazione sul valore giusto di capacità, si dovrà vedere ad un certo punto della escursione di C_{11} la corrente di griglia subire un brusco salto. Si regolerà molto lentamente la capacità del condensatore di neutralizzazione fino a ridurre al minimo il salto di corrente di griglia.

In conseguenza della variazione di capacità del condensatore C_{10} si dovrà rieseguire l'accordo del condensatore di griglia C_9 in modo da riportare al massimo la corrente di griglia.

Si apporterà ancora qualche piccolo ritocco al condensatore di neutralizzazione C_{10} fino ad ottenere una trascurabile variazione di corrente di griglia per tutta la escursione di C_{11}, ossia fino ad ottenere che la corrente di griglia non presenti praticamente alcun accenno di salto. Dopo aver ottenuto ciò, il rotore del condensatore C_{10} verrà bloccato definitivamente con una goccia di mastice.

Si ripristinerà a questo punto il collegamento fra la griglia schermo del tubo 5763 e il relé RY_1. Si pone ora il commutatore S_1 nella posizione « trasmissione » e si applica l'alimentazione al ricetrasmettitore.

Il commutatore dello strumento verrà posto sulla posizione « Usci-

Pagina mancante

Pagina mancante

Pagina mancante

Pagina mancante

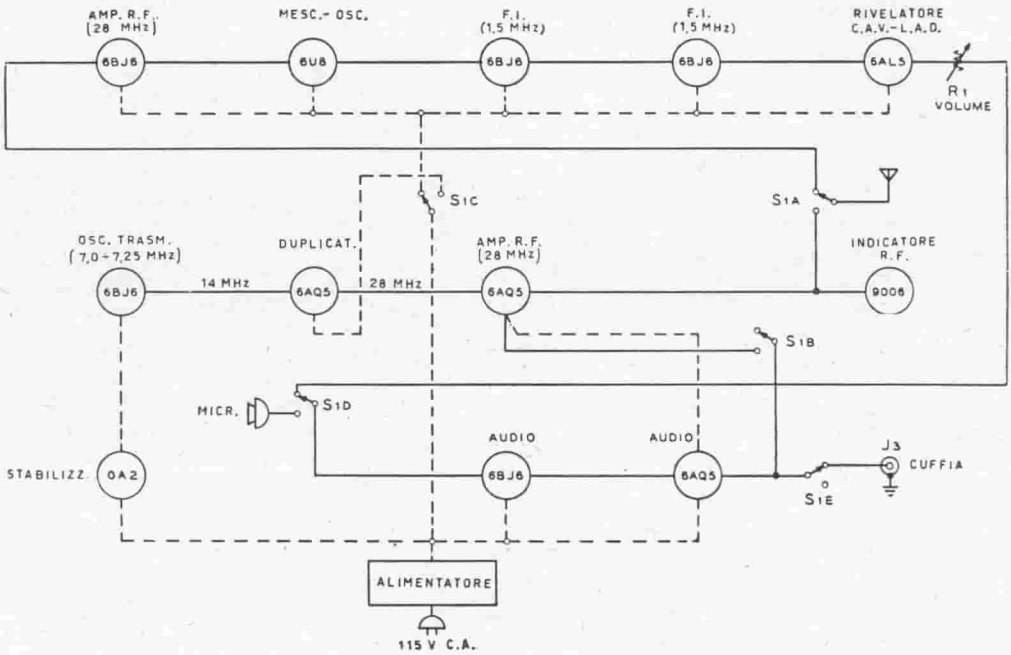


Figura 37.
SCHEMA A BLOCCHI DEL RICETRASMETTITORE SU 10 METRI

zione viene effettuata mediante un commutatore ceramico a rotazione.

Il ricevitore impiega uno stadio amplificatore a radiofrequenza e due stadi amplificatori a frequenza intermedia. Con questi stadi si ottiene una ottima sensibilità e una selettività più che soddisfacente. Lo stadio a radiofrequenza impiega un pentodo a μ variabile e a basso assorbimento di corrente, tipo 6BJ6 con circuiti di griglia e anodico ad accordo fisso. Il circuito anodico del tubo amplificatore a radiofrequenza è alimentato in parallelo tramite un resistore ad impasto da 10 kΩ. Il relativo circuito accordato è posto nel circuito di griglia dello stadio successivo.

In questo apparato, come tubo mescolatore e oscillatore, è stato usato un triodo-pentodo tipo 6U8.

Per la conversione si è usato il sistema della iniezione sulla griglia controllo. La sezione a triodo del tubo 6U8 serve come oscillatore locale del ricevitore e funziona nel campo di frequenze da 26,5 a 28,2 MHz, in modo da con-

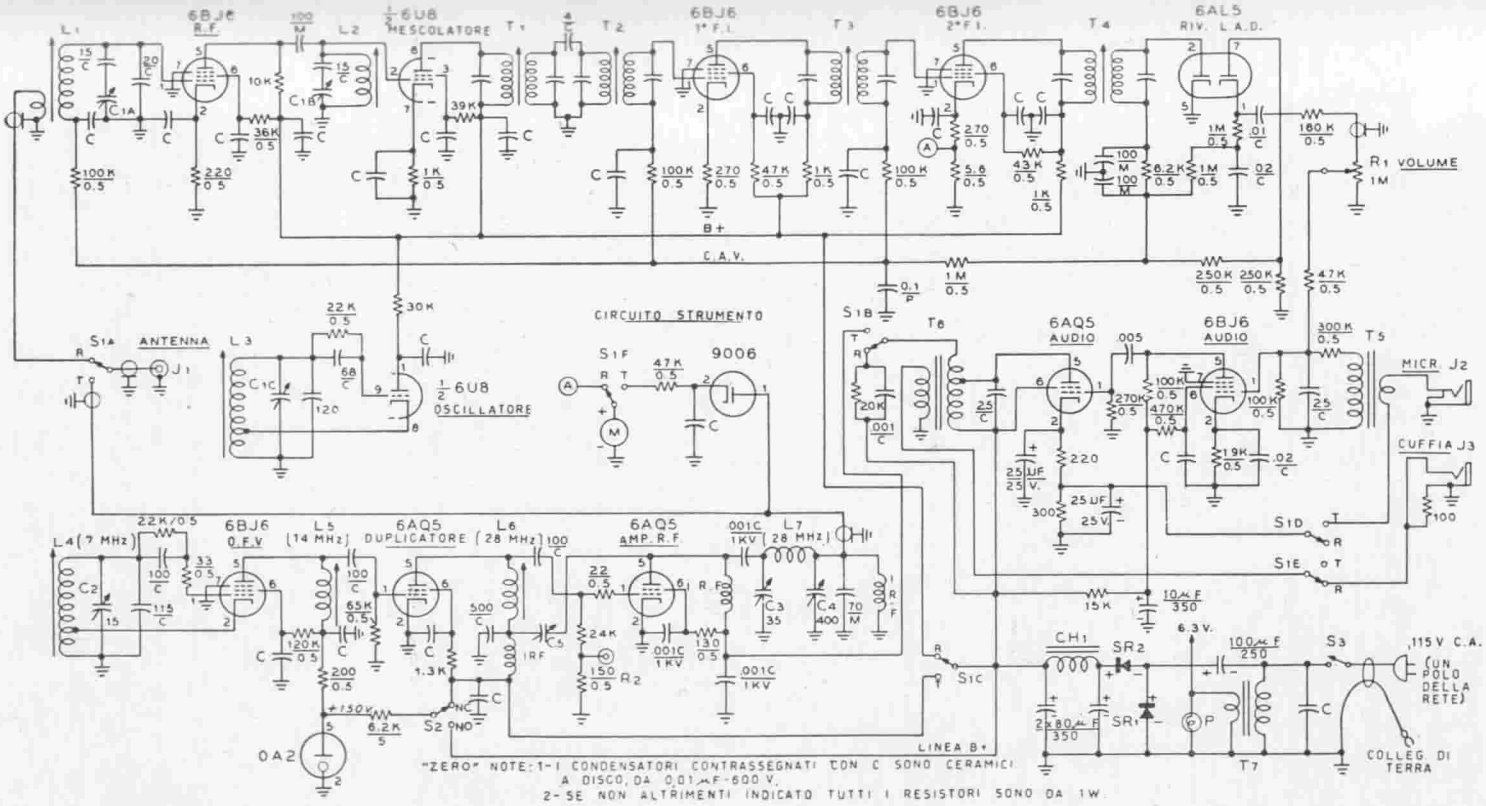


Figura 38 A.
SCHEMA ELETTRICO DEL RICETRASMETTITORE SU 10 METRI

- **C** - Condensatori ceramici a disco da 0,01 μF - 600 V.
- **C1** A-B-C - Condensatore variabile triplo da 3x15 μμF.
- **C2** - Condensatore variabile da 15 μμF.
- **C3** - Condensatore variabile da 30 μμF.
- **C4** - Condensatore variabile da 400 μμF.
- **C5** - Condensatore variabile da 7 μμF.
- **CH1** - Impedenza filtro da 3H-100 mA.
- **IRF** - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH.
- **S1** A-B-C-D-E-F - Commutatore ceramico 6 vie - 2 posizioni.
- **T1 - T4** - Trasformatori F.I. a 1500 kHz.
- **SR1 - SR2** - Rettificatore al selenio da 150 mA.
- **T5** - Trasformatore per microfono. Impedenza primario 100 Ω.
- **T6** - Trasformatore di uscita audio. Impedenza primario 5 kΩ e 6,7 kΩ. Impedenza secondario 4 Ω.
- **T7** - Trasformatore di alimentazione per filamenti. Primario 115 V. Secondario 6,3 V - 3 A.

sentire la copertura completa della banda dei 10 metri di lunghezza d'onda.

Un condensatore variabile a tre sezioni, indicate con C_1 A-B-C nello schema elettrico di figura 38, accorda contemporaneamente lo stadio amplificatore a radiofrequenza, lo stadio mescolatore e lo stadio oscillatore. Per ottenere un buon allineamento su tutta la banda di frequenze, nei circuiti a radiofrequenza e mescolatore si sono usati condensatori di compensazione in serie. (Si tenga presente che quando l'oscillatore locale funziona su frequenza più bassa di quella del segnale, il condensatore di compensazione in serie va posto sul circuito del segnale e non su quello dell'oscillatore locale).

In questo ricevitore il canale a frequenza intermedia è accordato su 1500 kHz. È stato scelto questo particolare valore di frequenza intermedia allo scopo di eliminare il fastidioso inconveniente della ricezione della frequenza immagine, che sarebbe assai grave sulla banda dei 28 MHz se si usasse un valore di frequenza intermedia di 455 kHz.

Adottando un valore di frequenza intermedia di 1500 kHz la selettività risulterebbe leggermente sacrificata. Per compensare ciò, nella parte ricevente di questo ricetrasmettitore sono stati adoperati ben otto circuiti accordati a frequenza intermedia (quattro trasformatori), con i quali si è ottenuta una larghezza di banda passante soddisfacente per ricezione in fonia.

Figura 38 b
TABELLA DELLE BOBINE
PER IL RICETRASMETTITORE SU 10 METRI

L_1 - Antenna - 2 spire filo isolato ∅ 1 mm, avvolte attorno all'estremo « caldo » della bobina L_1. La bobina L_1 è di 14 spire filo smaltato da ∅ 1, avovlte su un supporto di 6,3 mm di diametro e 12 mm di lunghezza.

L_2 - 13 spire filo smaltato da ∅ 1, avvolte su un supporto di 6,3 mm di diametro e 12 mm di lunghezza.

L_3 - 7 spire filo smaltato da ∅ 1, avvolte su un supporto di 6,3 mm di diametro e 12 mm di lunghezza. Presa alla 3ª spira dal terminale di massa.

L_4 - 13 spire filo smaltato da ∅ 1,3, avvolte su un supporto di 19 mm di diametro e 12 mm di lunghezza.

L_5 - 110 spire filo smaltato da ∅ 0,3 avvolte su un supoprto di 6,3 mm di diametro e 12 mm di lunghezza in modo da coprirlo completamente.

L_6 - 14 spire filo smaltato da ∅ 1, avvolte su un supporto di 6,3 mm di diametro e 12 mm di lunghezza.

L_7 - 7 spire filo smaltato da ∅ 1, avvolte su un supporto di 16 mm di diametro e 10 mm di lunghezza.

Tabella delle tensioni

Tubo	Anodo	Schermo	Catodo
6BJ6 R-F	160	150	2,5
6U8 Mesc.	260	185	7
6U8 OSC.	100	—	—
6BJ6 F.I.	185	140	3
6AQ5 Audio	260	260	Tr.—12,5 Ric.—15

Come diodo rivelatore, diodo per il controllo automatico di volume e limitatore automatico di disturbi si è usato con doppio diodo tipo 6AL5.

Il circuito del limitatore automatico di disturbi è sempre in funzione durante la ricezione.

La parte ad audiofrequenza del ricetrasmettitore che stiamo descrivendo impiega due tubi. Un tubo 6BJ6 funziona da pentodo amplificatore di tensione ed è accoppiato a resistenza-capacità con un tubo 6AQ5 amplificatore di potenza ad audiofrequenza.

Un trasformatore di uscita con presa intermedia sul primario serve ad adattare, in trasmissione, il carico sul tubo 6AQ5 al circuito anodico dello stadio finale a radiofrequenza della sezione trasmittente oppure, mediante un avvolgimento a bassa impedenza, serve ad adattarlo all'impedenza della bobina mobile dell'altoparlante o della cuffia.

Il circuito di entrata del tubo 6BJ6 costituisce un partitore di tensione a resistenza- capacità, col quale si isola l'entrata del microfono dall'uscita ad audiofrequenza del rivelatore del ricevitore. Così facendo non è necessario eseguire alcuna commutazione sull'entrata della parte ad audiofrequenza del ricetrasmettitore.

Il ricetrasmettitore è progettato per l'impiego di un microfono a bassa impedenza a carbone. La tensione continua per la polarizzazione del microfono viene prelevata su una presa effettuata sul circuito di autopolarizzazione catodica dello stadio amplificatore ad audiofrequenza 6AQ5. Durante la ricezione, questo collegamento viene interrotto mediante il commutatore S_1 D. Contemporaneamente, la sezione S_1 E del commutatore collega il circuito della cuffia con l'avvolgimento a bassa impedenza del trasformatore di uscita T_6.

Nella parte trasmittente del ricetrasmettitore sono impiegati tre tubi più un tubo stabilizzatore di tensione a scarica nel gas. Un tubo 6BJ6 funziona da oscillatore « Tri-Tet » e copre la banda da 7 a 7,25 MHz. Il circuito anodico di questo tubo è accordato a permeabilità su 14 MHz, seconda armonica della frequenza di oscillazione.

Un commutatore S_2 posto sul circuito anodico dell'oscillatore permette all'operatore di tenere in funzione questo stadio, allo scopo di effettuare con il ricevitore un controllo della frequenza da esso generata.

L'oscillatore è accoppiato capacitivamente allo stadio duplicatore di frequenza con tubo 6AQ5, il cui circuito anodico è accordato approssimativamente su 28 MHz. Durante la ricezione il settore S_1 C

del commutatore interrompe la tensione anodica a questo stadio, mentre la applica alla parte a radiofrequenza del ricevitore.

Il circuito anodico dello stadio 6AQ5 duplicatore di frequenza è accoppiato capacitivamente alla griglia di un altro tubo 6AQ5 funzionante da amplificatore modulato. Quest'ultimo stadio è neutralizzato a ponte mediante il condensatore C_5, ottenendosi così un funzionamento stabile sulla banda di frequenza di funzionamento.

Il circuito anodico dell'amplificatore a radiofrequenza è a π semplice e serve ad adattare l'impedenza di uscita dello stadio con quella a 50 o a 75 Ω del carico.

L'antenna esterna viene commutata sul trasmettitore o sul ricevitore mediante il settore S_1 A del commutatore. Un altro settore S_1 B del commutatore toglie la tensione anodica allo stadio amplificatore a radiofrequenza con tubo 6AQ5 mentre durante la ricezione applica un carico sulla parte amplificatrice ad audiofrequenza. Questo carico ausiliario impedisce che avvenga innesco ad audiofrequenza quando si disinnesta la cuffia dalla presa a jack J_3 e rende possibile l'uso di una cuffia di qualsiasi impedenza, senza pericolo di inneschi a bassa frequenza.

L'amplificazione totale del sistema ad audiofrequenza è piuttosto spinta. Inoltre il sistema stesso è costruito in uno spazio assai ridotto. In conseguenza di ciò il sistema ad audiofrequenza può presentare qualche indizio di instabilità. Evidentemente anche il sistema di commutazione contribuisce a creare un certo accoppiamento reattivo, che deve essere limitato al minimo possibile.

La principale causa di instabilità (o innesco) nel sistema ad audiofrequenza in questo apparato è dovuta alla vicinanza fra i trasformatori T_5 e T_6, posti entrambi sopra il telaio. La tendenza all'innesco può venire ridotta o eliminata del tutto invertendo la polarità dell'avvolgimento secondario di T_5. La tendenza all'innesco ad audiofrequenza verrà inoltre ridotta inserendo un opportuno filtro ad audiofrequenza come quello indicato sullo schema di figura 38.

Come ultimo accorgimento contro la tendenza all'innesco di bassa frequenza si potrà saldare, sulla sommità del serrapacco di T_5, un piccolo schermo, fatto di lamiera di ferro stagnato. Questo schermo sporgerà alquanto rispetto all'avvolgimento del trasformatore, alla maniera visibile in figura 39. Una soluzione più costosa consisterebbe nell'impiego di un trasformatore blindato per microfono.

Per ridurre la captazione di ronzio da parte dei trasformatori ad audiofrequenza, sarà opportuno

schermare con un pezzo di lamiera di ferro stagnato anche il trasformatore di alimentazione dei filamenti.

Il piccolo trasformatore di filamenti (T_7) fornisce la tensione a 6,3 V necessaria per la alimentazione dei tubi e per la lampada spia.

L'alimentatore anodico di questo ricetrasmettitore impiega due rettificatori al selenio del tipo da 150 mA, montati in circuito duplicatore di tensione. Tale alimentatore fornisce, a 250 V, una corrente di 100 mA. Questo particolare duplicatore di tensione ha il polo negativo dell'alta tensione collegato ad un polo della rete a corrente alternata. Conseguentemente, vi sarebbe il 50% di probabilità che, nella inserzione della spina di alimentazione, il telaio del ricetrasmettitore risulti sotto tensione rispetto a terra e più precisamente, alla tensione di rete rispetto alla terra. Questo fatto potrebbe costituire un pericolo gravissimo per l'operatore, oltre ai danni molto gravi che potrebbero avvenire alla installazione di antenna.

Una soluzione molto pratica per evitare questo inconveniente consiste nell'impiego di un cavo unipolare per la alimentazione del ricetrasmettitore, terminante ad una spina unipolare a banana oppure ad uno dei poli della normale spina bipolare e nel collegare direttamente ad una terra esterna il telaio del ricetrasmettitore, alla maniera indicata in figura 41. A questo modo si è certi che il telaio del ricetrasmettitore è a potenziale di terra.

Il polo « caldo » della spina di corrente va collegato, come si è detto, al polo « caldo » della rete di alimentazione. Una eventuale inserzione invertita della spina nella presa di corrente non provocherà alcun inconveniente, fatta eccezione che il ricetrasmettitore rimarrà spento. In tal caso basterà ovviamente invertire la inserzione della spina nella presa di corrente, per veder ripristinato il funzionamento del ricetrasmettitore, senza alcun pericolo per l'operatore.

Questo sistema di alimentazione presenta l'innegabile pregio della leggerezza, della economia e dell'ingombro molto ridotto. Unico inconveniente consiste nella non adattabilità alle varie tensioni di rete disponibili. Qualora la tensione di rete dovesse essere più alta di 115 V bisognerà interporre, fra ricetrasmettitore e rete, un autotrasformatore esterno da circa 50 VA. Il terminale « zero » dell'avvolgimento dell'autotrasformatore andrà collegato contemporaneamente alla massa del ricetrasmettitore ad una buona presa di terra. La presa a 115 V dell'autotrasformatore va collegata al cavo di alimentazione del ricetrasmetti-

tore, mentre il polo « caldo » della presa di corrente va collegato alla corrispondente presa sull'autotrasformatore.

Costruzione e montaggio del ricetrasmettitore

Dalle figure 39 e 40 può essere vista la sistemazione da dare ai componenti di questo ricetrasmettitore. Esso è costruito su un telaio di alluminio ricotto, avente le dimensioni di cm $28 \times 21{,}5 \times 5{,}1$. Questo telaio verrà poi posto dentro una custodia in ferro, alta circa 16 cm. Per assicurare una adeguata ventilazione, la custodia è costruita in lamiera di ferro forata. Questo tipo di custodia ha il pregio di ridurre al minimo la radiazione di frequenze armoniche da parte dell'apparato.

La parte ricevente occupa la zona centrale del telaio. Immediatamente dietro di essa vi è l'alimentatore. A destra vi è la parte trasmittente, con l'oscillatore a frequenza variabile posto verso l'angolo posteriore sinistro del telaio.

La manopola di comando della frequenza dell'oscillatore è accoppiata all'alberino del condensatore variabile dell'oscillatore stesso, mediante una prolunga e un giunto flessibile.

La sezione ad audiofrequenza è posta nella parte sinistra del telaio. Sul pannello frontale la posizione del gruppo di demoltiplica con la relativa scala graduata è determinata dall'altezza, sul piano del telaio, dell'alberino del condensatore variabile di sintonia. Per tale ragione è necessario tagliare, sul bordo anteriore del telaio di alluminio una piccola finestra, allo scopo di permettere al gruppo di ingranaggi della manopola a demoltiplica di abbassarsi quanto occorre per far coincidere l'asse dell'alberino del condensatore variabile di sintonia con l'asse della manopola a demoltiplica.

Sul piano inferiore del telaio non è necessaria alcuna schermatura fra gli stadi.

L'impedenza filtro CH_1 è montata verso il bordo posteriore del telaio, adiacente alla parete posteriore e immediatamente sotto il trasformatore T_7 di alimentazione dei filamenti. Il condensatore filtro da 100 μF è montato sotto il telaio, sulla parete sinistra di esso.

Nella fotografia di figura 40 sono visibili le tre bobine del ricevitore accordate a permeabilità. La bobina L_1 è posta immediatamente dietro il commutatore S_1 « Trasmissione-Ricezione ». La bobina L_2 è verso il centro del telaio, vicino al condensatore da 10 μF di disaccoppiamento ad audiofrequenza. La bobina L_3 è a sinistra di L_2 ed è posta fra gli zoccoli dei tubi amplificatore a radiofrequenza e mescolatore. La bobina L_4 dell'oscillatore del trasmettitore è posta verso l'angolo posteriore sinistro del telaio. Nella figura 39

è visibile il nucleo di accordo di tale bobina, posto fra il rettificatore al selenio e il condensatore variabile dell'oscillatore C_2.

Per facilitare il montaggio, sul piano inferiore del telaio sono poste quattro piastrine di carta bakelizzata, ciascuna con 6 capofili. Una è posta parallelamente al bordo sinistro del telaio, immediatamente a sinistra dello zoccolo del tubo 6AQ5 duplicatore di frequenza. Una seconda piastrina è posta parallelamente alla prima, ma a destra dello stesso zoccolo. Questa seconda piastrina viene utiliz-

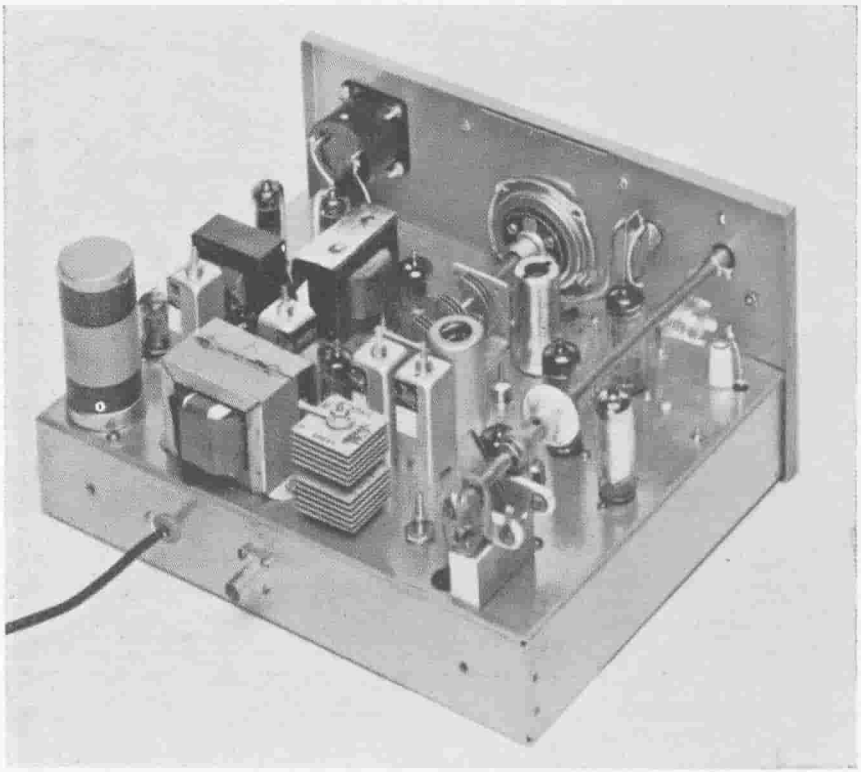


Figura 39.
IL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE, VISTO POSTERIORMENTE

In questa fotografia, è visibile in primo piano il condensatore variabile dell'oscillatore a frequenza variabile. Esso è regolabile dal pannello frontale, mediante una prolunga dell'alberino del condensatore. A sinistra di questo condensatore è visibile il nucleo di regolazione della bobina dell'oscillatore. Lungo il bordo posteriore del telaio sono sistemati i rettificatori al selenio, il trasformatore di alimentazione per i filamenti e il blocco dei condensatori filtro per la tensione di alimentazione anodica. I tubi trasmittenti sono a destra. Il tubo amplificatore a radiofrequenza è vicino al pannello frontale. Il tubo più a destra è lo stabilizzatore di tensione. Nella parte superiore sinistra vi è la sezione ad audiofrequenza con il diodo rettificatore 9006 posto dinanzi al trasformatore di entrata ad audiofrequenza. L'amplificatore a frequenza intermedia è situato al centro del telaio, parallelamente al pannello frontale.

zata per gli ancoraggi dei componenti dei circuiti a radiofrequenza della parte ricevente dell'apparato.

Una terza piastrina con capofili è posta parallelamente al pannello frontale dell'apparato, immediatamente dinanzi al canale a frequenza intermedia del ricevitore ed è usata per gli ancoraggi dei componenti dei circuiti dell'amplificatore a frequenza intermedia.

L'ultima piastrina è posta fra lo zoccolo del tubo 6AL5 e il condensatore di filtro del circuito di alimentazione anodica. Su questa piastrina vanno ancorati i compo-

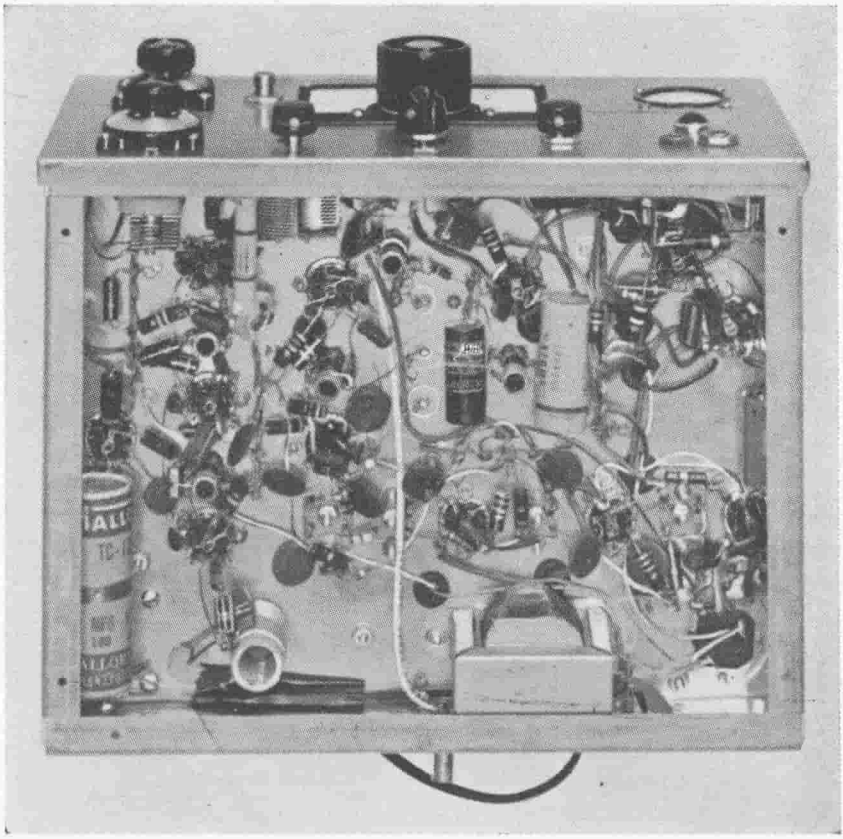


Figura 40.

IL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE SU 28 MHz, VISTO DAL BASSO

Nella parte sinistra del telaio sono visibili i componenti del trasmettitore. I componenti del ricevitore sono verso il centro del telaio, con lo stadio amplificatore a radiofrequenza posto più vicino al pannello. L'impedenza filtro è addossata alla parete posteriore del telaio. I componenti degli stadi ad audiofrequenza sono raggruppati nell'angolo destro in alto. Per la sistemazione dei componenti più piccoli vedasi il testo.

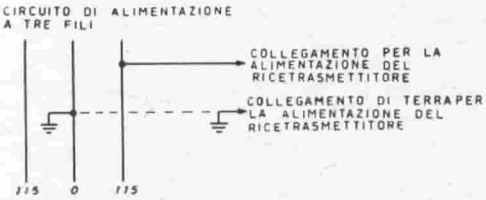


Figura 41.
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE «CON NEUTRO A TERRA»

La rete di alimentazione di molte abitazioni è a tre fili, con neutro a terra. Su entrambi i fili « caldi » vi è tensione rispetto a terra. Prima di inserire il conduttore di alimentazione in uno dei poli della presa di corrente bisogna aver eseguito il collegamento a terra della massa del telaio del ricetrasmettitore. Si elimina così qualsiasi pericolo di scosse elettriche se si tocca il telaio. Qualora la tensione di rete sia più alta di 115 V, bisognerà inserire fra ricetrasmettitore e rete un autotrasformatore esterno. Lo estremo « zero » dell'autotrasformatore andrà collegato, insieme alla massa del telaio del ricetrasmettitore, a una buona terra. La presa a 115 V dell'autotrasformatore andrà collegata al cavo di alimentazione del ricetrasmettitore, mentre il polo « caldo » della presa di corrente andrà collegato alla corrispondente presa sull'autotrasformatore.

nenti del circuito per il controllo automatico di volume (CAV) e del limitatore automatico di disturbo (LAD).

Per assicurare la massima stabilità di frequenza dell'oscillatore a frequenza variabile del trasmettitore, occorre fissare in maniera molto solida il condensatore variabile al telaio. A tale scopo, come base di sostegno del condensatore variabile C_2, si userà un blocco di alluminio da $32 \times 25 \times 12$ mm che verrà solidamente fissato al telaio mediante viti da 5 mm. Con le stesse viti viene fissato il condensatore variabile sul blocco di alluminio.

Montaggio del ricetrasmettitore La procedura e la sequenza di montaggio sarà sostanzialmente identica a quella descritta a proposito del ricetrasmettitore su 6 metri, trattato nel paragrafo 2-6.

I piccoli componenti verranno saldati direttamente fra i piedini degli zoccoli dei tubi oppure fra tali piedini e le piastrine isolanti con capofili, poste nelle vicinanze di essi.

Dapprima si eseguiranno i collegamenti di massa dei piedini degli zoccoli e quelli che portano la tensione di accensione ai filamenti. Successivamente si potrà eseguire il montaggio dell'alimentatore, che potrà essere provato ponendo fra polo positivo della tensione anodica e massa un resistore da 2500 Ω - 25 W. Alimentando il ricetrasmettitore con 115 V alternati si deve misurare una tensione anodica di 250 V, con resistore di carico inserito. Dopo di ciò si procederà al montaggio degli stadi amplificatori a frequenza intermedia e del secondo rivelatore.

Per evitare un eccessivo assembramento di componenti in questa parte del ricevitore si dovranno usare collegamenti corti e diritti e ci si dovrà servire, per l'ancoraggio dei componenti, dei capofili montati sulla adiacente piastrina di bakelite.

Dopo di ciò possono essere mon-

tati gli stadi ad audiofrequenza e si eseguiranno i collegamenti che fanno capo ai settori S_1 B, S_1 D e S_1 E del commutatore.

Completato il montaggio della parte ad audiofrequenza del ricevitore, si potrà controllare il funzionamento delle parti a frequenza intermedia, rivelatore e ad audiofrequenza del ricetrasmettitore. Si inserirà nella presa a jack J_3 un altoparlante di prova e si invierà, effettuando un accoppiamento lasco con il piedino di anodo (piedino 6) dello zoccolo del tubo mescolatore 6U8, un segnale modulato a 1500 kHz, fornito da un generatore di segnali.

Dalla parte superiore e inferiore del telaio si regoleranno i nuclei di tutti i trasformatori a frequenza intermedia, in modo da ottenere la massima potenza di uscita ad audiofrequenza. Man mano che gli stadi amplificatori a frequenza intermedia vengono allineati, bisognerà ridurre il segnale sviluppato dal generatore, per evitare che il ricevitore vada in sovraccarico.

Dopo aver controllato il regolare funzionamento di questa parte del ricevitore, si potranno eseguire i collegamenti dei circuiti a radiofrequenza e si costruiranno le bobine L_1, L_2, L_3 che verranno fissate sul telaio tramite i rispettivi supporti.

La sezione frontale C_1 A del condensatore variabile di sintonia del ricevitore verrà utilizzata per il circuito di griglia dello stadio amplificatore a radiofrequenza. La sezione di mezzo dello stesso condensatore variabile verrà utilizzata per l'accordo del circuito intervalvolare a radiofrequenza. La sezione posteriore verrà infine utilizzata per variare la frequenza dell'oscillatore locale del ricevitore (triodo del tubo 6U8).

I collegamenti fra le bobine, il condensatore variabile e gli zoccoli dei tubi verranno eseguiti con filo di rame stagnato rigido, di 1,6 mm di diametro.

In particolare, bisogna fare in modo che i collegamenti della sezione oscillatrice non possano spostarsi in seguito ad urti o vibrazioni e che i componenti dello stesso circuito siano fissati molto bene. Si eviterà così che la frequenza ricevuta dall'apparato possa spostarsi.

Fra i circuiti mescolatore e oscillatore esiste un accoppiamento sufficiente ad assicurare un adeguato livello di iniezione di segnale. Pertanto non è necessario alcun condensatore di accoppiamento fra i due circuiti.

Per ultimo si provvederà ad avvolgere la bobina di antenna L_1 sul relativo supporto. Un estremo di tale bobina andrà saldato al capofilo di massa dello zoccolo più vicino; l'altro estremo invece va saldato al contatto di ricezione del settore S_1 A del commutatore S_1.

Dopo aver completato il montaggio del ricevitore, si applicherà un segnale a 28,5 MHz al circuito di antenna e si regolerà la manopola di sintonia del ricevitore in modo che il condensatore variabile risulti a circa 30° dalla completa chiusura. Si regola il nucleo della bobina oscillatrice L_3 in modo da ricevere il segnale, e si regolano i nuclei delle bobine L_1 e L_2 in modo da ottenere la massima intensità di ricezione del segnale stesso.

La taratura finale della scala del ricevitore verrà eseguita solo dopo aver completata la parte trasmittente del ricetrasmettitore.

Completamento della parte trasmittente

Si provvederà ad avvolgere e a fissare al suo posto la bobina dell'oscillatore. Il collegamento, che, dalla bobina L_1, va al condensatore variabile C_7 verrà eseguito con filo di rame rigido e nudo, di 1,6-1,8 mm di diametro. Tale collegamento passerà attraverso un foro di 12 mm eseguito nel telaio.

Tutti i componenti dell'oscillatore debbono venire montati in modo che risultino molto rigidi, allo scopo di ridurre al minimo la possibilità che essi possano spostarsi o vibrare. Le bobine L_5 e L_6, dopo avvolte, saranno fissate nelle loro posizioni quando si esegue il montaggio dello stadio separatore.

La bobina di carico anodico L_7 verrà montata sul piano superiore del telaio, fra il tubo amplificatore 6AQ5 e il pannello frontale. Il terminale « caldo » (ossia quello che va verso l'anodo del tubo 6AQ5) verrà ancorato ad un isolatore ceramico alto 12 mm. Il collegamento fra tale estremo della bobina e lo statore del condensatore di accordo C_3, montato immediatamente sotto di essa, passa attraverso un foro di 6,3 mm di diametro, eseguito nel telaio. L'altra estremità della bobina L_7 verrà fissata ad un isolatore a passante, di polistirolo.

Il condensatore di neutralizzazione C_5 ha una armatura fissata ad un terminale della bobina L_6. L'altra armatura è collegata alla impedenza a radiofrequenza anodica dell'amplificatore finale a radiofrequenza alla maniera indicata sullo schema di figura 38 A.

Il collegamento fra il settore S_1 A del commutatore trasmissione-ricezione e la presa per antenna, posta sulla parete posteriore del telaio, è eseguito con cavo coassiale.

Dopo aver completati tutti i collegamenti è opportuno controllarli accuratamente e togliere dal telaio le eventuali gocce di stagno, pezzetti di filo ecc. che vi fossero caduti durante il montaggio.

Messa a punto del trasmettitore

Si inseriscano i tubi 6BJ6 oscillatore e OA2,

stabilizzatore di tensione, nei loro rispettivi zoccoli.

Si pone quasi sulla capacità massima il condensatore variabile che controlla la frequenza del trasmettitore e si regola il nucleo della bobina oscillatrice L_4 in modo che la frequenza generata dall'oscillatore del trasmettitore sia di 7,1 MHz. La quarta armonica di tale frequenza sarà quindi di 28,4 MHz. In corrispondenza alla minima capacità del condensatore variabile, la frequenza del trasmettitore dovrà raggiungere i 29,7 MHz.

Si inseriscono ora nei rispettivi zoccoli i due tubi 6AQ5 e si inserisce temporaneamente nel circuito di griglia del tubo 6AQ5 amplificatore finale a radiofrequenza, un milliamperometro da 5 mA fondoscala. Questo milliamperometro va posto in parallelo al resistore R_2.

Si interrompe provvisoriamente il collegamento che porta la tensione di polarizzazione alla griglia schermo del tubo 6AQ5 amplificatore finale a radiofrequenza.

Ponendo il commutatore S_1 (« Trasmissione - Ricezione ») su « Trasmissione » si regolerà il condensatore variabile dell'oscillatore del trasmettitore in modo che la quarta armonica della sua frequenza sia a 29 MHz.

Si alimenta il trasmettitore e si regolano i nuclei della bobina anodica L_5 dell'oscillatore e della bobina anodica L_6 dello stadio duplicatore di frequenza in modo da ottenere la massima deviazione dell'indice del milliamperometro che misura la corrente di griglia dello stadio finale a radiofrequenza. Tale corrente deve raggiungere il valore di circa 2 mA.

Si pone il condensatore C_4 di carico dell'amplificatore su circa la sua massima capacità e si varia il condensatore di accordo C_3 dal minimo al massimo, osservando accuratamente il comportamento della corrente di griglia dell'amplificatore. Quasi certamente tale corrente di griglia subirà un brusco salto per una certa posizione di C_3. Si varierà allora leggermente la capacità del condensatore di neutralizzazione C_5 (a mezzo di un cacciavite tutto in materiale isolante) fino a rendere quasi nullo il salto di corrente di griglia durante tutta l'escursione di capacità di C_3.

Si tenga presente che ad ogni variazione della capacità di C_5 si deve rieseguire l'accordo del nucleo di L_6 in modo da riportare al massimo la corrente di griglia dell'amplificatore a radiofrequenza.

Con questa procedura sarà facile trovare la posizione di C_5 per la quale la corrente di griglia rimane pressochè costante durante tutta l'escursione della capacità di C_3.

A questo punto si potrà ripristinare l'alimentazione della griglia

schermo del tubo 6AQ5, amplificatore finale a radiofrequenza.

Funzionamento del ricetrasmettitore

Si collegherà ora il ricetrasmettitore ad una adatta antenna oppure ad un carico fittizio (vedasi il paragrafo 2-6) e si procederà ad una prova generale di funzionamento.

Dapprima si eseguirà la taratura definitiva della scala del ricevitore. Ponendo poi il comando « Trasmissione - Ricezione » nella posizione « Trasmissione », e inserendo all'apparato la sua antenna, si regoleranno il condensatore di accordo C_3 dello stadio finale a radiofrequenza e il condensatore C_4 di carico di antenna in modo da ottenere la massima deviazione dell'indice dello strumento. (Si noti che, quando il commutatore è posto su « Trasmissione », lo strumento del ricetrasmettitore funziona da voltmetro a radiofrequenza, dato che la tensione esistente all'uscita del circuito a π viene rettificata dal diodo 9006 e viene applicata alla bobina mobile dello strumento).

Si tenga presente che nel circuito di uscita a π, aumentando la capacità del condensatore C_4 di carico di antenna, diminuisce l'impedenza di carico applicabile e viceversa. Quando si lavora su basse impedenze di carico, oppure quando la linea di trasmissione di antenna presenta un alto rapporto di onde stazionarie, può essere necessario aggiungere in parallelo al condensatore C_4 di carico di antenna un condensatore a mica da 100 $\mu\mu$F per ottenere un corretto adattamento di impedenza. Il valore ottimo da dare al condensatore C_4 verrà ricavato sperimentalmente.

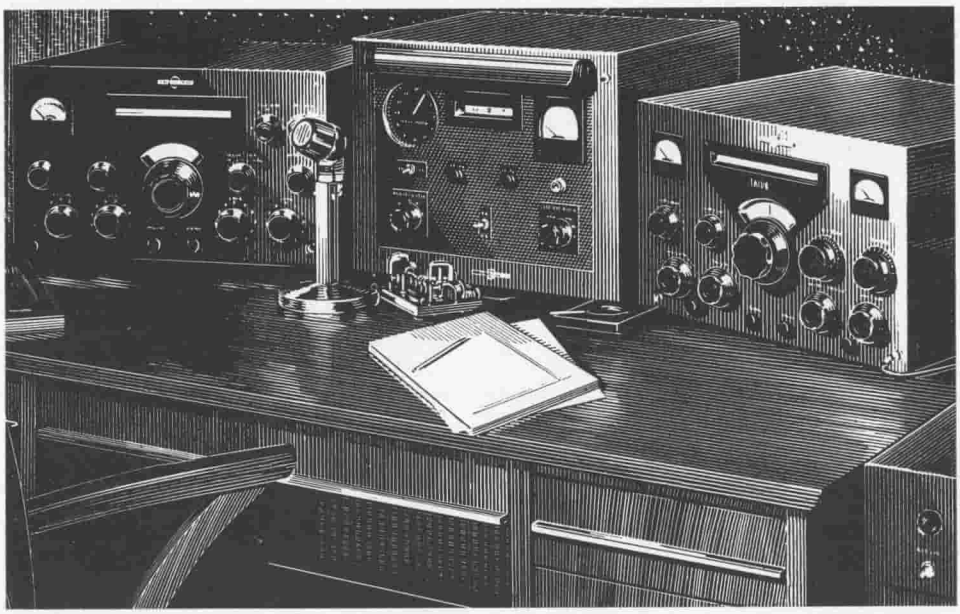
Infine si provvederà ad inserire nella presa a jack J_2 un microfono a carbone.

Si potrà avere una indicazione del livello di modulazione osservando l'aumento di brillanza dei filamenti delle lampadine di carico fittizio di antenna (vedi paragrafo 2-6). Una eventuale sovramodulazione provocherà una diminuzione di brillanza, invece di un aumento, durante la modulazione.

Il grado di modulazione può essere variato avvicinando o allontanando il microfono alla bocca dell'operatore. Usando un microfono a carbone del tipo di quelli che normalmente sono adoperati in telefonia, si otterrà la migliore modulazione parlando, con intensità di voce normale, a circa 10 cm di distanza dal microfono.

La potenza di uscita a radiofrequenza è di circa sei watt a piena modulazione, mentre la potenza di alimentazione anodica dello stadio finale a radiofrequenza è di circa 10 W.

CAPITOLO TERZO



Trasmettitori di bassa potenza ed eccitatori

Il « cuore » delle stazioni trasmittenti dilettantistiche è l'eccitatore. Per costituire un trasmettitore che possa soddisfare qualsiasi esigenza basta infatti far seguire ad un eccitatore, un amplificatore di tipo opportuno, alimentato da un adeguato alimentatore.

In questi ultimi tempi hanno assunto il più grande interesse gli eccitatori a banda laterale unica per apparati fissi e mobili. Naturalmente questi eccitatori sono tanto più apprezzati quanto più sono semplici. Tali eccitatori possono venire impiegati « così come sono » oppure possono essere fatti seguire da amplificatori lineari, di bassa potenza nel caso di stazioni mobili, o da amplificatori li-

neari di forte potenza, nel caso di stazioni fisse.

Attualmente ha grande importanza anche la realizzazione di stazioni a frequenze altissime (VHF) capaci di funzionare su una o più bande dilettantistiche nella gamma delle VHF.

In questo capitolo verranno descritti molti tipi di apparati in grado di soddisfare una vasta gamma di esigenze. Verranno infatti trattati due diversi eccitatori a banda laterale unica per servizio fisso e mobile e una stazione De Luxe a VHF, capace di fornire un ottimo funzionamento su due bande dilettantistiche a VHF. Inoltre verrà descritto un oscillatore a frequenza variabile, avente stabilità veramente notevole, particolarmente adatto per le stazioni dilettantistiche ad onde corte.

Per i dilettanti che provano maggiore soddisfazione nella fase realizzativa delle loro apparecchiature, questi apparati, insieme agli apparati che descriveremo nel capitolo successivo, costituiscono una vera fonte di idee e di suggerimenti, che possono essere utilmente impiegati nel progetto e nella realizzazione delle loro apparecchiature.

Come abbiamo fatto nel capitolo precedente, in questo capitolo, a meno di indicazione contraria, adotteremo i criteri di nomenclatura dei componenti e i codici a colori illustrati nelle figg. 1, 2 e 3 del Capitolo II.

3-1 Eccitatore per banda laterale unica, per impiego fisso o mobile

Il metodo più semplice ed economico per generare un segnale a banda laterale unica consiste nell'impiego dei circuiti a compensazione di fase.

Facendo in modo che il sistema di compensazione di fase a radiofrequenza operi sull'onda portante del trasmettitore, si potranno eliminare i complicati circuiti di conversione di frequenza, per cui l'eccitatore risulterà di costo assai limitato, di costruzione molto semplice e di uso assai facile.

Nelle Figg. 1 e 4 è rappresentato un eccitatore per segnali a banda laterale unica per impiego fisso o mobile. Esso è in grado di sviluppare un segnale avente la potenza di picco di 3 W, sufficiente quindi a pilotare un amplificatore lineare con tetrodo di potenza in grado di sviluppare anche 1 kW di potenza di picco.

Il funzionamento di questo eccitatore è limitato alla banda degli 80 metri ma, sostituendo opportunamente le bobine, il circuito di compensazione di fase e il quarzo, è possibile far funzionare questo eccitatore su frequenze ancora più alte.

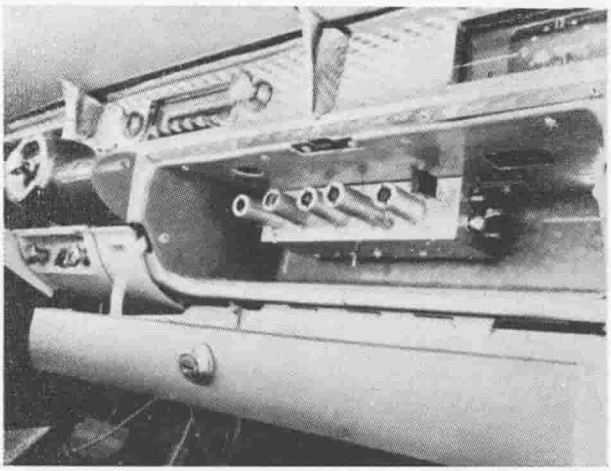


Figura 1.
SISTEMAZIONE DELL'ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA NEL CRUSCOTTO DI UNA AUTOMOBILE

Questo eccitatore miniaturizzato a banda laterale unica può venire agevolmente montato in un cruscotto di automobile. L'eccitatore impiega soltanto quattro tubi e sul picco di segnale a banda laterale unica sviluppa una potenza di 3 W, sufficiente a pilotare a piena uscita un amplificatore lineare a tetrodo da 1 kW. A destra del telaio sono visibili i tubi a radiofrequenza 12AU7 e 6CL6, posti vicino al quarzo. Sulla parete destra del telaio vi sono i principali organi di regolazione dell'eccitatore. L'eccitatore può venire facilmente fissato al cruscotto della automobile, mediante viti.

I circuiti di compensazione di fase a radiofrequenza rimangono bilanciati per un certo campo di frequenza entro la banda in fonia assegnata ai dilettanti. Entro un campo di frequenza di 50 kHz in più o in meno rispetto alla frequenza di regolazione, questo eccitatore conserva un buon grado di bilanciamento.

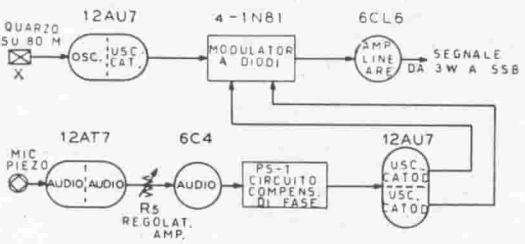


Figura 2.
SCHEMA A BLOCCHI DELL'ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA, DEL TIPO A COMPENSAZIONE DI FASE

In questo semplice eccitatore a banda laterale unica sono impiegati soltanto cinque tubi. Il sistema ad audio frequenza ha una amplificazione sufficiente ad ottenere un buon funzionamento impiegando un microfono piezoelettrico.

Descrizione del circuito Nelle Figg. 2 e 3 è riportato il circuito dell'eccitatore a banda laterale unica.

Come stadio oscillatore a quarzo e come amplificatore-separatore è usato un tubo 12AU7. La prima sezione di questo doppio triodo funziona come circuito oscilla-

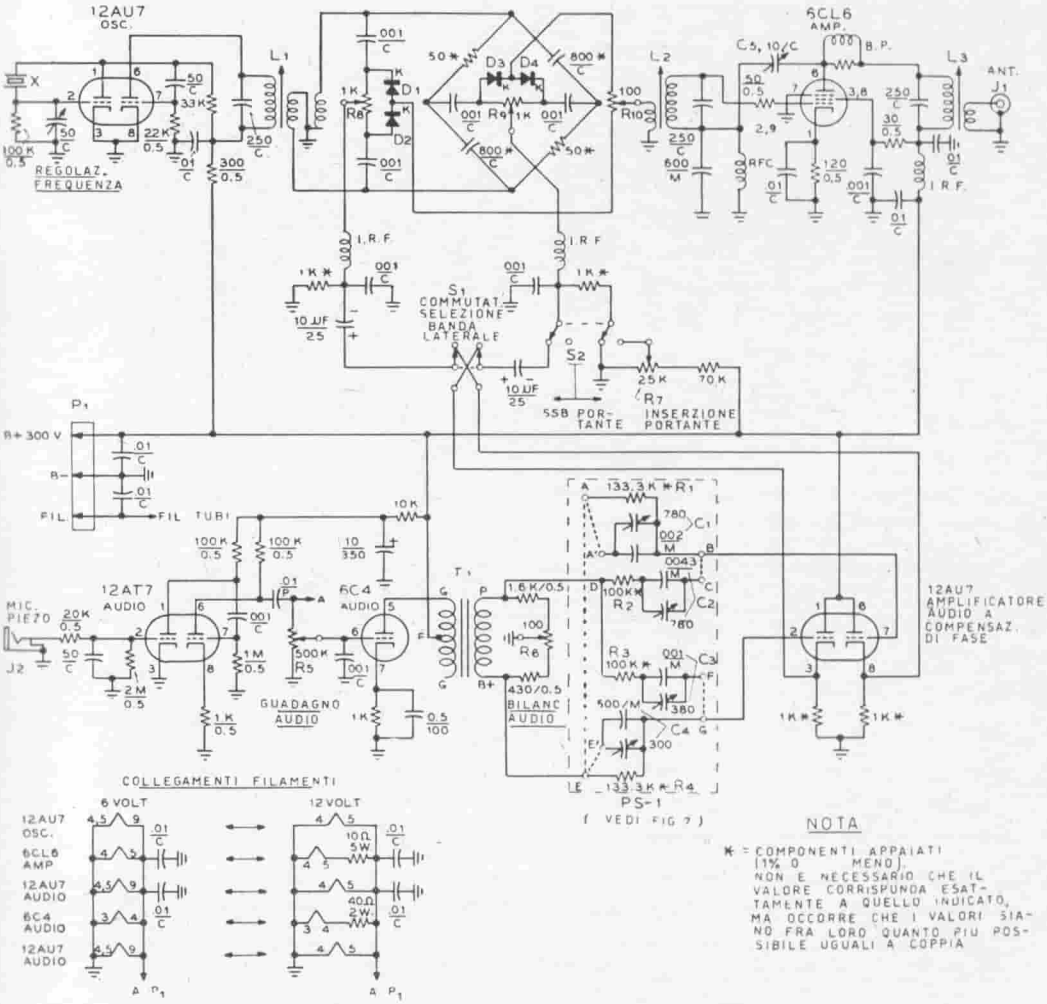


Figura 3.
SCHEMA ELETTRICO DELL'ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA PER IMPIEGO FISSO O MOBILE

C_1 - C_2 - C_3 - C_4 - Vedi Fig. 7.
C_5 - Compensatore ceramico da 10 pF.
R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - Vedi Fig. 7.
R_5 - Potenziometro da 500 kΩ a variazione lineare.
R_6 - R_{10} - Potenziometri da 100 Ω.
R_7 - Potenziometro da 25 kΩ a variazione lineare.
R_8 - R_9 - Potenziometro da 1 kΩ.
PS - 1 - Circuito di compensazione di fase (vedi figura 7).
L_1 - L_2 - L_3 - Vedi Fig. 8.
T_1 - Trasformatore intervalvolare ad audiofrequenza, rapporto 1 : 3, con collegamenti invertiti.
IRF - Impedenze a radiofrequenza del tipo miniaturizzato, da 2,5 mH.
X - Quarzo funzionante su 80 metri di lunghezza di onda (3,8 - 4 MHz).
B.P. - 3 spire filo smaltato da ∅ 1 mm. avvolte attorno ad un resistore da 50 Ω - 0,5 W ad impasto.
$D_1 \div D_4$ - Diodi 1N81 (vedi testo).

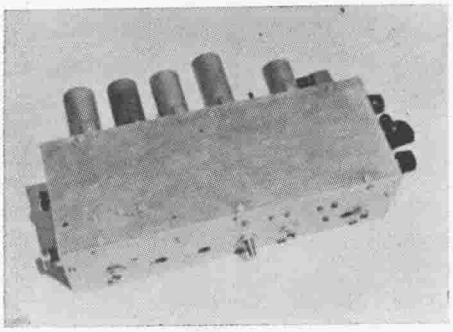


Figura 4.

L'ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA VISTO DALL'ALTO

Il pannello metallico di chiusura superiore può venire tolto, allo scopo di consentire un facile accesso ai collegamenti interni e per agevolare la esecuzione della messa a punto. Sulla fiancata sinistra del telaio sono visibili la presa a jack per il microfono e la presa coassiale di antenna. Sulla fiancata opposta del telaio vi sono i quattro comandi di altrettanti potenziometri (vedi testo).

tore Pierce, con il quarzo posto fra la griglia e l'anodo del tubo.

L'oscillatore funziona direttamente sulla frequenza di banda laterale unica prescelta, nella banda degli 80 metri. La frequenza di oscillazione può venire variata su un campo di circa 200 Hz mediante un compensatore da 50 μμF, che consente al trasmettitore di inserirsi esattamente in un particolare canale a banda laterale unica.

La seconda sezione del doppio triodo 12AU7 serve come amplificatore-separatore, con il circuito anodico accordato sulla frequenza di funzionamento.

Nelle normali condizioni di funzionamento, eventuali variazioni di impedenza di entrata nello stadio modulatore a diodo provocherebbero spostamenti di frequenza dello stadio oscillatore, se quest'ultimo fosse direttamente accoppiato allo stadio modulatore. Interponendo invece fra i due circuiti uno stadio separatore si raggiunge il risultato di eliminare pressochè totalmente qualsiasi deriva di frequenza all'oscillatore durante la modulazione.

L'uscita dello stadio separatore è accoppiata, con secondario di accoppiamento (link) ad un semplice circuito a radiofrequenza di spostamento di fase a 90°, mentre il segnale ad audiofrequenza proveniente dall'amplificatore audio viene combinato con il segnale a radiofrequenza.

Il circuito di spostamento di fase è del tipo a resistenza-capacità ed impiega resistori non induttivi da 50 Ω e condensatori da 800 μμF in un circuito a ponte. La reattanza dei condensatori, nella zona centrale della banda degli 80 metri, è quasi esattamente di 50 Ω.

Il bilanciamento del ponte e la eliminazione della portante vengono ottenuti regolando i potenziometri R_8, R_9 e R_{10} del circuito a ponte.

Nel circuito modulatore sono impiegati quattro diodi al selenio. In sostituzione di questi, si può usare un gruppo multiplo di diodi

tipo 1N82 oppure quattro diodi tipo 1N81, purchè tutti e quattro abbiano lo stesso rapporto fra resistenza diretta e inversa.

L'uscita del circuito modulatore bilanciato viene inviata al primario di accoppiamento a bassa impedenza della bobina del circuito di griglia di un tubo 6CL6 neutralizzato, funzionante da amplificatore lineare. Questo stadio funziona in classe AB_1 ad autopolarizzazione catodica ed è in grado di sviluppare una potenza di picco di 3 W sul segnale a banda laterale unica, quando il secondario della sua bobina di carico anodico è chiuso su una impedenza bassa (50 Ω).

Tutti i circuiti sono dotati di bobine accordabili a permeabilità (L_1, L_2 e L_3).

La parte ad audiofrequenza dell'amplificatore è costituita da due stadi, uno con tubo 12AU7 e l'altro con tubo 6C4, disposti in serie. Essa può essere pilotata da un microfono piezoelettrico.

L'uscita dello stadio 6C4 viene inviata, tramite un trasformatore, al circuito di compensazione di fase ad audiofrequenza, indicato con PS-1 nelle Figg. 2 e 3. Il trasformatore di accoppiamento T_1 è un normale trasformatore intervalvolare per bassa frequenza, collegato con gli avvolgimenti invertiti, allo scopo di avere un secondario (che nell'uso normale è il primario) ad impedenza bassa, sul quale sia possibile ottenere due tensioni ad audiofrequenza di uguale ampiezza ma di fasi opposte. Queste tensioni vengono applicate ad un particolare circuito di compensazione di fase ad audiofrequenza, i cui circuiti di uscita pilotano separatamente i due triodi di un tubo 12AU7 amplificatore ad audiofrequenza.

Il tubo 12AU7 funziona come stadio a doppia uscita catodica e quindi a bassa impedenza di uscita. Ciò è necessario per consentire l'adattamento di impedenza con il circuito di compensazione di fase a radiofrequenza. La commutazione della banda laterale viene eseguita mediante il commutatore S_1 che inverte la polarità dei canali ad audiofrequenza. Allo scopo di lasciar passare l'onda portante necessaria all'accordo, il modulatore a diodo può venir sbilanciato mediante la manovra dell'interruttore S_2 di inserzione della portante, portandolo nella posizione di destra (nella Fig. 3) e mediante una polarizzazione applicata ai diodi modulatori a mezzo del potenziometro R_7, regolatore di inserzione della portante.

Le tensioni di alimentazione per questo eccitatore sono le seguenti: tensione anodica 300 V, con corrente di 100 mA; tensione di accensione 6,3 Vcc con corrente di 1,85 A. Se i filamenti vengono collegati per funzionamento a 12,6 V,

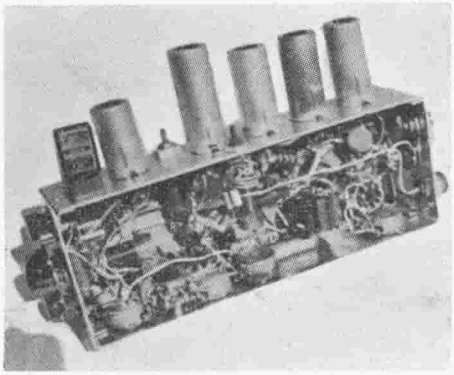


Figura 5.

IL TELAIO DELL'ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA, VISTO DAL BASSO

In questa fotografia è visibile la sistemazione da dare ai componenti principali dell'eccitatore. A sinistra sono visibili i circuiti a radiofrequenza. Il circuito di compensazione di fase a radiofrequenza, di tipo autocostruito, è posto un po' a destra rispetto alla mezzeria del telaio. I potenziometri del modulatore a radiofrequenza e i diodi al germanio sono nella parte in basso a sinistra del telaio. A destra di essi vi sono i circuiti ad audiofrequenza. Al centro del telaio è visibile la bobina anodica dello stadio amplificatore lineare con tubo 6CL6.

(figura 3 in basso), la corrente che circola nel circuito di accensione dei filamenti risulta di 1,25 A.

Costruzione e montaggio del trasmettitore

Il trasmettitore verrà costruito su un telaio di alluminio avente la forma di una scatola e avente le dimensioni di 25×6,3×6,3 cm. Dalla Fig. 5 è visibile la posizione da dare ai componenti principali.

All'estremità sinistra del telaio vengono sistemati il quarzo, funzionante su 80 metri di lunghezza d'onda e il tubo oscillatore-separatore 12AU7. Al centro del telaio è posto il tubo 6CL6, amplificatore lineare.

Il modulatore bilanciato verrà montato su una striscia isolante di carta bakelizzata con capofili, posta sulla parete del telaio opposta a quella sulla quale sono montati gli zoccoli dei tubi.

Sulla parete sinistra del telaio sono montati: il comando per la regolazione della frequenza dell'oscillatore, il commutatore S_1 per la selezione della banda laterale, il commutatore S_2 per la inserzione dell'onda portante e il potenziometro R_5 di regolazione della amplificazione ad audiofrequenza. Lungo la parete opposta del telaio sono montati i potenziometri R_8-R_9-R_{10} di bilanciamento del ponte e il potenziometro R_6 di bilanciamento ad audiofrequenza.

Il potenziometro R_7 di inserzione dell'onda portante è montato sulla parete in basso del telaio.

Nella parte destra del telaio, cioè a destra del tubo 6CL6, sono montati i tre stadi ad audiofrequenza. I componenti del circuito PS-1 di compensazione di fase ad audiofrequenza sono montati su una striscia di carta bakelizzata con capofili, visibile verso l'angolo destro, in basso, del telaio. Questo circuito deve essere montato e controllato, prima di montarlo sul trasmettitore.

Il circuito di compensazione di fase ad audiofrequenza

Tutto il circuito di compensazione di fase ad audiofrequenza può essere acquistato come gruppo finito (Millen 75012) oppure può essere facilmente autocostruito, purchè si disponga di un oscillatore e di un oscilloscopio per poterlo controllare e mettere a punto. Il circuito è riportato nella figura 7A.

La base sulla quale esso può venire montato consisterà di una sottile striscia di carta bakelizzata o di altro materiale isolante. Su tale base vengono montati i quattro resistori di precisione e i quattro condensatori fissi a mica, la cui capacità può venire corretta mediante quattro compensatori a mica. Se si vuole, si possono sostituire tali compensatori a mica con condensatori fissi a mica. Basterà soltanto misurare, dopo la messa a punto finale, il valore assunto da ogni compensatore e cercare, fra i condensatori a mica di cui si dispone, una combinazione di condensatori che, misurata al ponte, dia lo stesso valore di capacità di ogni compensatore. Nel circuito riportato in fotografia i compensatori sono stati già sostituiti con condensatori fissi, dopo la taratura del circuito.

I due resistori in serie da 100 kΩ usati nel circuito sono del tipo di precisione, con tolleranza ±1%.

I resistori da 133,3 kΩ verranno combinati ponendo, in parallelo a resistori di 150 kΩ con precisione ±1%, resistori da 1,2 MΩ —0,5 W con tolleranza al 10%. Scegliendo opportunamente il resistore da 1,2 MΩ nominali da porre in parallelo a ciascun resistore da 150 kΩ, si può ottenere la coppia di resistori aventi 133,3 kΩ di resistenza.

Dopo aver individuati i resistori da 150 kΩ e da 1,2 MΩ che, in parallelo, diano 133,3 kΩ, questi verranno legati l'un vicino all'altro con nastro adesivo, dato che debbono essere montati sulla striscia di carta bakelizzata solo al momento opportuno.

Messa a punto del circuito di compensazione di fase ad audiofrequenza

Se si impiega un circuito di compensazione di fase acquistato, non occorre alcuna messa a punto. Invece se si impiega un circuito autocostruito, è necessario tararlo, prima di montarlo sul telaio del trasmettitore.

I resistori impiegati nel circuito debbono avere un rapporto quanto più prossimo possibile al rapporto 4/3 ossia 133,3/100. Se si ha qualche dubbio circa il valore ohmico dei resistori da impiegare, si eseguono accurate misure della loro resistenza su un ponte di precisione.

Dopo aver selezionati i resistori più idonei, per la messa a punto del circuito di compensazione di

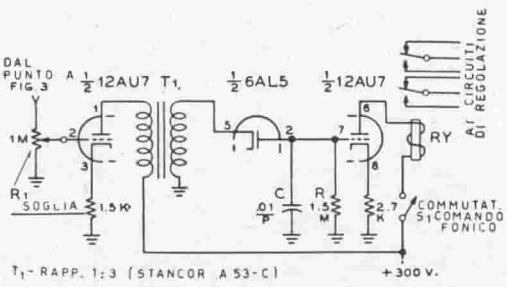


Figura 6.
SEMPLICE CIRCUITO DI COMANDO FONICO ADATTO A QUALSIASI ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA

Il condensatore C e il resistore R determinano la costante di tempo del circuito del comando fonico. Il punto di funzionamento è regolato dal potenziometro R_1 - Il relé RY_1 ha una bobina di eccitazione di alta resistenza ohmica (dell'ordine di 10.000 Ω).

fase ad audiofrequenza basterà soltanto provvedere alla regolazione dei quattro compensatori, posti in parallelo ai quattro condensatori fissi a mica.

Per procedere a tale regolazione occorre disporre di un generatore ad audiofrequenza, che sia in grado di sviluppare segnali aventi frequenze comprese fra 225 Hz e 2750 Hz, con buona forma d'onda. Inoltre bisogna disporre di un buon oscilloscopio a raggi catodici.

L'oscillatore dovrà venire accuratamente tarato, seguendo il metodo che descriveremo fra poco.

Tramite un trasformatore in discesa (T_1 può essere provvisoriamente utilizzato a tale scopo), si collega l'uscita dell'oscillatore ad audiofrequenza ad un potenziometro da 1 kΩ il cui cursore sia collegato a massa. Come potenziometro da 1 kΩ provvisoriamente si può usare lo stesso potenziometro R_1 del trasmettitore. Si regola la posizione del cursore del potenziometro da 1 kΩ in modo che ai suoi reofori estremi vengano a formarsi due tensioni di uguali ampiezze (ma di fase opposta).

Per eseguire questa regolazione del cursore del potenziometro da 1 kΩ si potrà usare un qualsiasi segnale ad audiofrequenza, di qualsiasi frequenza ma avente una ampiezza piuttosto notevole e si potrà usare l'oscilloscopio come voltmetro. A tale scopo si collegherà il morsetto di entrata verticale dell'oscilloscopio prima ad un estremo del potenziometro, poi all'altro estremo, e si muoverà il cursore fino ad ottenere due tracce oscillografiche aventi la stessa altezza.

Si realizzerà in maniera provvisoria uno stadio a doppia uscita catodica impiegando un tubo 12AT7 con un resistore da 500 Ω posto fra ciascun catodo e massa. Si collegherà questo stadio alla maniera indicata in figura 7B. (Sarà conveniente dotare i terminali M e N del trasformatore e i terminali 1 e 2 dello stadio a doppia uscita catodica di morsetti a coccodrillo, allo scopo di facilitare le manovre).

I piedini 8 e 3 corrispondenti ai catodi del tubo 12AT7 verranno collegati rispettivamente all'entra-

ta orizzontale e verticale dell'oscilloscopio, mentre i morsetti di massa delle due entrate dell'oscilloscopio verranno collegati al punto comune dei due resistori da 500 Ω posti sui catodi del tubo 12AT7.

Dapprima si collegherà il terminale M del trasformatore con il terminale A di PS-1 e il terminale N del trasformatore con il terminale A'. Si collegheranno i terminali 1 e 2 entrambi al terminale M. (Si noti che i collegamenti indicati punteggiati nella figura 7 a sinistra, non vanno effettuati in questa fase di taratura).

Si regolano i comandi di ampiezza orizzontale e verticale dell'oscilloscopio in modo da ottenere una traccia lunga circa 40 mm e inclinata di 45°, con l'oscillatore ad audiofrequenza posto su 490 Hz (un metodo per la determinazione esatta della frequenza dell'oscillatore ad audiofrequenza verrà descritto fra poco).

Se l'oscilloscopio presenta spostamenti di fase interni di entità trascurabile, la traccia dovrà consistere di una linea ben nitida, altrimenti si ottiene una ellisse molto schiacciata. Qualora sullo schermo dell'oscilloscopio si formasse una ellisse, sia pure molto schiacciata, si dovrà correggere dall'esterno lo spostamento di fase interno dell'oscilloscopio, ponendo in serie al terminale di entrata verticale oppure a quello orizzontale (a seconda del terminale nel quale bisogna introdurre la correzione), un resistore variabile da 100 kΩ.

L'obbiettivo consiste nell'ottenere una traccia rettilinea unica e nitida sull'oscilloscopio, quando la frequenza di entrata è di 490 Hz.

In qualche caso, per ottenere una completa eliminazione dello

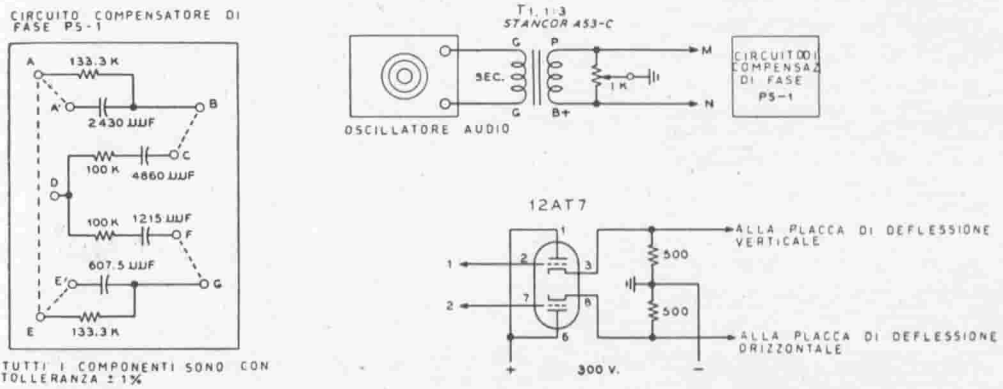


Figura 7.

CIRCUITO DI COMPENSAZIONE DI FASE AD AUDIOFREQUENZA E RELATIVO DISPOSITIVO DI PROVA

sfasamento fra circuiti orizzontale e verticale dell'oscilloscopio, può essere necessario montare in serie al resistore variabile da 100 kΩ un condensatore. Il valore di questo condensatore sarà compreso fra 0,05 μF e 500 μμF e va determinato per tentativi.

Dopo aver ottenuto la traccia unica e rettilinea, si sposterà il terminale 1 dal terminale A, al terminale B del circuito di compensazione di fase PS-1.

Si regola il compensatore C_1 (Fig. 3) fino ad ottenere sull'oscilloscopio un cerchio perfetto. Si riscontrerà che, man mano che si procede nella regolazione di C_1, la traccia si trasforma da una ellisse, inclinata da una parte, ad un cerchio (oppure una ellisse con gli assi paralleli agli assi di deflessione orizzontale e verticale), per ridiventare poi una ellisse inclinata dall'altra parte.

Volendo, si può variare opportunamente uno dei comandi di ampiezza dell'oscilloscopio in modo da ottenere, in corrispondenza del punto di corretta taratura, invece di una ellisse con gli assi orizzontale e verticale, un cerchio. (Dopo aver regolato i comandi dell'oscilloscopio bisogna ricontrollare e correggere, se necessario, il circuito di correzione di fase dell'oscilloscopio, spostando il terminale 1 nuovamente sul terminale A e quindi ripetere le operazioni di regolazione del compensatore C_1 con il terminale 1 collegato al terminale B). In generale, occorre sempre accertarsi che l'oscilloscopio venga usato in condizione di correzione di spostamento di fase.

Come prova di verifica (per controllare ad esempio se le placche deviatrici dell'oscilloscopio sono deformate) basta collegare il terminale 2 con il terminale A'. Se il cerchio si trasforma in una ellisse inclinata, ritoccare la regolazione di C_1 fino ad ottenere una ellisse che sia a « mezza via » fra l'ellisse (che si ottiene con la commutazione del terminale 2) e il cerchio.

Quando il condensatore C_1 è regolato correttamente, spostando il terminale 2 da A' a A e da A nuovamente ad A' si debbono ottenere inclinazioni dell'ellisse uguali ed opposte.

Eventuali difetti di simmetria dell'ellisse, quali una ovalizzazione o altre forme di asimmetria, sono dovute a distorsioni che avvengono nell'oscilloscopio, nell'oscillatore ad audiofrequenza, nel trasformatore o nello stadio a doppia uscita catodica. In tal caso si dovrà ripetere la prova impiegando un segnale di prova il più piccolo possibile, allo scopo di evitare distorsioni e sovraccarichi.

Infine, si collegheranno i terminali M e N rispettivamente ai terminali E ed E'. Collegati i terminali 1 e 2 al terminale E, si porrà

la frequenza del generatore ad audiofrequenza su 1960 Hz e si correggerà l'eventuale spostamento di fase dell'oscilloscopio alla maniera detta avanti, spostando il terminale 1 sul terminale G. Si regola il condensatore C_4 del circuito PS-1 fino ad ottenere un cerchio, seguendo la stessa procedura che si è seguita per C_1 e usando le stesse precauzioni dette a proposito di C_1. Dopo si colleghi il terminale M con il terminale D e il terminale N con il terminale F. Si colleghino i terminali 1 e 2 al terminale D, ponendo la frequenza dell'oscillatore su 1307 Hz. Si corregga l'eventuale spostamento di fase dell'oscilloscopio, alla maniera detta avanti e si sposti il terminale 1 sulla giunzione fra R_3 e C_3. Si regoli il condensatore C_3 in modo da ottenere un cerchio, al modo detto poco avanti.

Ripetere la procedura suddetta per la rimanente coppia RC, ossia per R_2 e C_2. Si useranno a tale scopo i terminali D e C e l'oscillatore ad audiofrequenza verrà posto su 326,7 Hz.

Con quest'ultima operazione viene completata la serie di regolazioni. Manca solo un controllo finale delle regolazioni stesse.

Si collegheranno A con A', E con E', B con C, F con G e A con E. Con ciò il circuito compensatore di fase PS-1 è perfettamente a punto.

Controllo del circuito di compensazione di fase ad audiofrequenza

Se l'oscilloscopio non richiede l'aggiunta di circuiti esterni di compensazione di fase sulle quattro frequenze citate poco sopra, si potrà eseguire facilmente un controllo generale del comportamento con la frequenza, del circuito di compensazione di fase. Per fare ciò, si collegherà il terminale 1 con i punti B-C, il terminale 2 con i punti F-G, il terminale M con i punti A-A'- E-E' e il terminale N con il punto D.

Si sposta il cursore del potenziometro verso M, fino a fare apparire un cerchio sullo schermo dell'oscilloscopio, alla frequenza di 250 Hz. Quindi, variando la frequenza dell'oscillatore da 250 Hz a 2500 Hz, questo cerchio dovrà rotolare leggermente in un senso e nell'altro, ritornando a diventare un cerchio perfetto in corrispondenza delle frequenze di 440, 1225 e 2500 Hz.

La banda ad audiofrequenza sulla quale il rotolamento indica una deviazione di più o meno 1,3 gradi rispetto al valore corretto di 90 gradi è compresa fra 225 a 2750 Hz, ossia è un campo di frequenze il cui rapporto è di 12 a 1. Ciò significa che, quando gli altri circuiti sono correttamente regolati, è possibile raggiungere una soppressione di onda portante nel rapporto di 39 decibel, in corri-

spondenza al punto peggiore di tale gamma. Il livello medio di soppressione si aggirerà intorno ai 45 decibel.

Per ottenere questi valori di prestazioni è necessario un corretto funzionamento del circuito di compensazione di fase: la procedura di taratura descritta dettagliatamente avanti serve come aiuto per il raggiungimento di questo obiettivo.

Il circuito di compensazione di fase non richiederà mai una nuova ritaratura per cui, una volta raggiunto un risultato soddisfacente, si possono bloccare permanentemente con mastice i compensatori.

Taratura dell'oscillatore ad audiofrequenza Bisogna notare che i rapporti di frequenza sono tali che la dodicesima armonica di 326,7 Hz, la ottava armonica di 490 Hz e la terza armonica di 1306,7 Hz coincidono tutte con la seconda armonica di 1960 Hz, ossia con 3920 Hz. Pertanto, se si dispone di uno stabile generatore a 3920 Hz (che potrebbe essere ad esempio un oscillatore ad audiofrequenza perfettamente compensato contro le variazioni di temperatura), lo si potrà usare come segnale di riferimento.

La frequenza dell'oscillatore ad audiofrequenza potrà venire regolata con sufficiente precisione su metà, un terzo ecc. della frequenza di riferimento. A tale scopo basta semplicemente inviare i due segnali, quello di riferimento e quello dell'oscillatore ad audiofrequenza in prova, ad un oscilloscopio e osservare le figure di Lissajous che così si ottengono. I rapporti di frequenza potranno venire determinati in base alle figure di Lissajous ottenute.

L'impiego di un sistema di taratura di frequenze come questo, mentre assicura l'esattezza dei rapporti di frequenze, non assicura l'effettivo valore della frequenza.

I *rapporti di frequenza* (come del resto i rapporti di resistenza precedentemente citati) sono più importanti dei *valori effettivi* delle frequenze (o delle resistenze) usate.

Montaggio del trasmettitore Prima di montare il circuito di compensazione di fase sul telaio, bisogna aver completato tutto il montaggio della parte ad audiofrequenza e a radiofrequenza dell'apparato.

Dapprima si eseguiranno i collegamenti di massa e quelli di accensione dei filamenti dei tubi.

Il primo stadio di cui occorre completare il montaggio e il controllo è lo stadio oscillatore. L'avvolgimento bifilare del secondario della bobina L_1 verrà eseguito avvolgendo sulla bobina oscillatrice

due pezzi di filo isolato con cotone sterlingato, alla maniera visibile in Fig. 8.

I diodi al germanio che costituiscono la sezione modulatrice, richiedono una particolare cura durante il montaggio. I loro reofori debbono essere tagliati ad una certa distanza dal corpo del diodo stesso. I diodi verranno montati mediante i loro reofori, fra i terminali dei potenziometri R_8 e R_9 e i capofili della piastrina isolante ad essi vicini. Durante la saldatura bisogna evitare che un eccessivo calore venga trasmesso dal punto su cui si sta eseguendo la saldatura, al corpo del diodo. Per far ciò basterà stringere fortemente il reoforo del diodo con una pinza a punte piatte posta fra il corpo del diodo e il punto del reoforo sul quale si vuol eseguire la saldatura. Come ulteriore precauzione, non si deve insistere con la punta del saldatore: si sospenda l'applicazione della punta quando si vede che la saldatura è ben riuscita.

I resistori ad impasto da 50 Ω impiegati nel circuito del modulatore a ponte debbono essere « appaiati » ossia i loro valori debbono essere ,a coppia, esattamente uguali. Per la loro misura, piuttosto che un normale ohmetro, sarà consigliabile impiegare un ponte di Wheatstone. Allo stesso modo, i condensatori del ponte debbono essere « appaiati » più esattamente possibile e debbono avere il valore più prossimo possibile a quello prescritto (800 μμF).

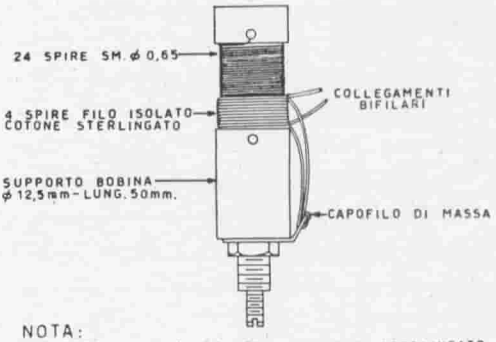


Figura 8.

BOBINA BIFILARE (L_1) PER TRASMETTITORE A BLU

Entrambe le bobine L_2 e L_3 dell'amplificatore lineare verranno montate sotto il telaio, una da una parte e una dall'altra rispetto allo zoccolo del tubo 6CL6. Per ridurre l'accoppiamento fra le bobine, si porrà uno schermo sulla bobina L_2. Questo schermo può venire costruito utilizzando la custodia di un vecchio trasformatore a frequenza intermedia. Le dimensioni di questo schermo saranno approssimativamente di 50×25×25 mm.

Dopo aver completato il montaggio della parte trasmittente, si provvederà a sistemare nel telaio il circuito PS-1 di compensazione di fase ad audiofrequenza e ad effettuarne i collegamenti.

Messa a punto del trasmettitore Dopo aver eseguito il montaggio e aver controllato tutti i collegamenti in modo da poter considerare il trasmettitore pronto per la messa a punto, si inserirà nel suo zoccolo il tubo oscillatore - separatore 12AU7 e si innesterà un quarzo avente frequenza di oscillazione compresa nella banda da 3,8 a 4 MHz.

Si applichi la tensione anodica all'apparato e si regoli il nucleo della bobina L_1 in modo da ottenere la massima ampiezza di oscillazione, accertata con un radioricevitore posto nelle vicinanze. La regolazione della bobina L_1 deve essere tale che l'oscillatore entri in funzione istantaneamente, appena si applica la tensione anodica all'apparato.

La frequenza di oscillazione può venire variata entro un piccolo campo di frequenze attorno alla frequenza nominale, variando la capacità del condensatore di accordo del quarzo.

Dopo aver accertato il regolare funzionamento dell'oscillatore a quarzo si provvederà a neutralizzare l'amplificatore lineare con tubo 6CL6. Per effettuare questa neutralizzazione è necessario scavalcare provvisoriamente il modulatore a diodi.

A tale scopo si dissalderà temporaneamente uno dei terminali del secondario bifilare di L_1 e si dissalderà il collegamento fra il potenziometro R_{10} e il primario della bobina L_2 di griglia dell'amplificatore. Si collega il terminale libero del secondario bifilare di L_1 al terminale distante da massa del primario di L_2. In tal modo, il segnale sviluppato dall'oscillatore viene direttamente inviato all'amplificatore lineare.

Si inserisca temporaneamente al posto dell'antenna un carico fittizio, costituito da una o due lampadine da 6,3 V - 0,15 A, che verranno collegate alla presa di antenna J_1.

I nuclei delle bobine L_2 e L_3 verranno regolati in modo da ottenere la massima uscita dall'amplificatore.

Ora si sfilerà dal suo zoccolo il tubo oscillatore 12AU7 e, a meno che per combinazione la posizione del condensatore di neutralizzazione C_5 non fosse già corretta, si dovrà vedere che le lampadine continuano a restare accese, segno evidente che lo stadio 6CL6 è in auto-oscillazione.

Si regolerà allora il condensatore di neutralizzazione C_5 (servendosi di un cacciavite completamente di materiale isolante) fino ad ottenere lo spegnimento delle lampadine.

Siccome è stato variato il valore del condensatore C_5, bisognerà ritarare le bobine L_2 e L_3 in modo da ottenere ancora la massima luce

delle lampadine, con l'oscillatore 12AU7 in funzione.

Deve essere possibile trovare una posizione di C_5 per la quale non si abbia autooscillazione dello stadio 6CL6, indipendentemente dalla regolazione delle bobine L_2 e L_3.

Quando il condensatore di neutralizzazione C_5 è correttamente regolato, si potrà reinserire definitivamente nel suo zoccolo il tubo 12AU7 e si ritoccheranno ancora una volta le bobine L_2 e L_3 in modo da ottenere la massima uscita.

Si può ora interrompere il collegamento diretto che si era effettuato fra il secondario di L_1 e il primario di L_2, reinserendo in circuito il modulatore a diodo. Dopo di ciò, si tolgono i tubi a radiofrequenza e si inseriscono nei rispettivi zoccoli i tubi della parte ad audiofrequenza del trasmettitore.

Si invia nella presa per microfono J_2 dell'apparato un segnale audio a 1225 Hz, di livello basso e si collega il terminale « caldo » del circuito di entrata orizzontale dell'oscilloscopio al catodo (piedino 3) del tubo 12AU7 amplificatore di compensazione di fase. Il terminale « caldo » del circuito di entrata verticale dell'oscilloscopio verrà collegato all'altro catodo (piedino 8) dello stesso tubo 12AU7. Prima di far ciò bisogna essersi accertati che le fasi dell'oscilloscopio sono compensate per la nuova frequenza di prova di 1225 Hz.

Si regola il potenziometro R_6 di bilanciamento audio in modo da ottenere sullo schermo dell'oscilloscopio, un cerchio. Questa regolazione deve essere eseguita adottando un segnale della minima ampiezza possibile.

A questo punto possono essere inseriti nei loro zoccoli i tubi a radiofrequenza e si collega alla presa di antenna J_1 un carico fittizio di antenna, costituito da una o due lampadine da 6,3 V - 0,15 A.

Si collegano le placchette di deviazione verticale dell'oscilloscopio (non si deve usare l'amplificatore dell'oscilloscopio) ai terminali del carico fittizio di antenna. (Scavalcando l'amplificatore si evita la eccessiva attenuazione che questo può provocare sul segnale a 4 MHz applicato all'oscilloscopio stesso).

Si sbilancia deliberatamente uno dei diodi modulatori regolando fuori centro il cursore del potenziometro R_9.

Si regola la bobina di uscita dell'amplificatore in modo da ottenere la massima altezza della traccia oscilloscopica. (L'asse dei tempi dell'oscilloscopio deve essere convenientemente regolato).

Se si constata che portando in risonanza la bobina L_3 la traccia sullo schermo dell'oscilloscopio diviene più alta, può essere necessario ridurre lo sbilanciamento

del modulatore, per evitare che si abbiano saturazioni nello stadio finale o nell'oscilloscopio.

Si tolga ora qualsiasi segnale ad audiofrequenza applicato al trasmettitore, portando a zero il cursore del potenziometro R_5 regolatore di amplificazione ad audiofrequenza. Mediante successive regolazioni sugli organi di bilanciamento del modulatore, si faccia in modo di ottenere sull'oscilloscopio una traccia avente altezza zero. Si noterà che man mano che ci si avvicina al punto esatto, la regolazione diviene sempre più critica e acuta.

I potenziometri R_8 e R_9 debbono venire leggermente ritoccati fino e che si abbia la minima ampiezza dell'onda portante.

Leggeri squilibri capacitivi internamente al modulatore a ponte possono impedire il raggiungimento di un minimo perfetto. Potrà allora essere necessario porre un compensatore ceramico da 10 $\mu\mu$F fra l'uno o l'altro estremo del potenziometro R_{10} e l'uno o l'altro lato del rettificatore a diodo. La capacità di questo compensatore verrà regolata fino ad ottenere la massima attenuazione dell'onda portante.

Infine si potrà migliorare ulteriormente l'attenuazione dell'onda portante ritoccando le regolazioni dei potenziometri R_8, R_9, R_{10}. (Quest'ultimo dopo aver aggiunto il condensatore di correzione cui si è accennato poco sopra).

Si applicherà ora un segnale a 1225 Hz e si aumenterà la regolazione del potenziometro R_5, che prima era stato portato a zero. Si dovrà vedere sullo schermo dell'oscilloscopio una ondulazione sovrapposta al segnale a radiofrequenza.

La percentuale di modulazione (ossia di ondulazione) notata sullo schermo dell'oscilloscopio costituisce una indicazione del grado di disallineamento degli organi di bilanciamento dell'apparato.

Si ritoccheranno allora i potenziometri di bilanciamento fino ad attenuare, e possibilmente fare scomparire totalmente, qualsiasi residuo di ondulazione sulla traccia oscilloscopica.

Il comando di bilanciamento ad audiofrequenza R_6 deve anch'esso venire regolato in modo da ottenere la minima ondulazione di modulazione.

È conveniente variare il livello di entrata ad audiofrequenza al trasmettitore allo scopo di determinare il punto in cui si viene a creare un sovraccarico. Quando si ha sovraccarico, osservando all'oscilloscopio la traccia che si ottiene, si vedrà l'ondulazione di modulazione aumentare rapidamente, al crescere della regolazione di R_5.

Durante il funzionamento bisogna sempre accertarsi che il livel-

lo ad audiofrequenza sia regolato al disotto di questo punto di sovraccarico, determinato durante la messa a punto.

Dovrà essere possibile ottenere una traccia oscilloscopica che presenti una piccolissima ondulazione sull'onda portante osservata all'oscilloscopio. Quando si ottiene ciò, vuol dire che la messa a punto del trasmettitore è quasi perfetta.

L'inserzione dell'onda portante per l'esecuzione delle prove può essere ottenuta invertendo la posizione del commutatore S_2 e regolando il comando del potenziometro R_7 di inserzione dell'onda portante.

Circuiti fonici Il comando fonico del circuito « trasmissione-ricezione » del trasmettitore è molto utile nel caso in cui si debba lavorare intensamente in banda laterale unica. Invece l'utilità di tale comando è dubbia quando l'apparato deve venire installato su automezzi, dato che l'operatore deve prestare la sua massima attenzione ai problemi della guida dell'autoveicolo.

Nella figura 6 è riportato lo schema elettrico di un comando fonico adatto a venire impiegato con il trasmettitore che abbiamo testè descritto.

Il collegamento fra il circuito di figura 6 e l'amplificatore ad audiofrequenza del trasmettitore verrà effettuato sul punto A dello schema elettrico di figura 3.

Il segnale fonico, viene amplificato da uno stadio a triodo 12AU7 e viene rettificato da un diodo 6AL5.

Il segnale che così si ottiene viene applicato all'altra metà del tubo 12AU7, che aziona un relé sensibile, inserito nel suo circuito anodico.

I contatti del relé eseguono la commutazione dei circuiti del trasmettitore.

La costante di tempo necessaria per rendere il trasmettitore insensibile agli intervalli di tempo che intercorrono normalmente fra una parola e l'altra è determinata dal circuito R-C posto sulla griglia del tubo amplificatore a corrente continua, ossia del tubo che eccita il relé. Aumentando la capacità del condensatore aumenta corrispondentemente la costante di tempo, e viceversa.

3-2 Eccitatore mobile a banda laterale unica transistorizzato

Negli apparati radio destinati ad essere installati su autoveicoli, il consumo di corrente di alimentazione assume una importanza fondamentale.

Se al sistema elettrico di dotazione normale dell'autoveicolo non si aggiungono particolari ac-

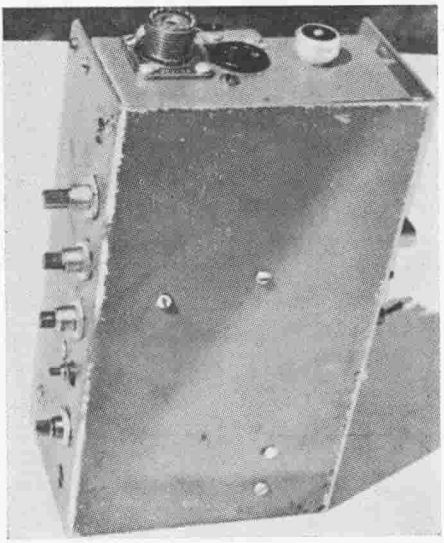


Figura 9.

COLLEGAMENTI A 15.000 KM DI DISTANZA SONO STATI EFFETTUATI CON QUESTO ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA, TRANSISTORIZZATO, FUNZIONANTE SULLA BANDA DEI 40 METRI DI LUNGHEZZA D'ONDA

La efficacia delle apparecchiature di comunicazione a banda laterale unica, transistorizzate, è stata confermata da questo eccitatore a compensazione di fase, miniaturizzato. Le sue dimensioni totali sono di cm. 18,5 x 10, 1 x 6,3. Sulla fiancata in alto del telaio sono montate la presa di antenna, la presa di alimentazione e la presa per il microfono. Sulla parete laterale sinistra del telaio sono montati i potenziometri di bilanciamento e il supporto della bobina L_2 del separatore.

cessori (dinamo e batteria ausiliarie), i normali impianti elettrici delle autovetture possono fornire, oltre alla corrente necessaria al funzionamento dei vari organi dell'autoveicolo, una corrente assai limitata, da utilizzare per l'alimentazione di apparati radio.

Il sistema di comunicazione radio a banda laterale unica presenta eccellenti proprietà ai fini dell'economia di assorbimento di corrente. Tale sistema è quindi particolarmente adatto alla installazione su autoveicoli in quanto con esso si può ottenere maggiore « potenza di trasmissione » a pari assorbimento di corrente dall'impianto elettrico.

Inoltre le apparecchiature a banda laterale unica possono essere transistorizzate, ciò che riduce ulteriormente e in maniera notevole la potenza assorbita.

In questo paragrafo descriveremo un eccitatore sperimentale a banda laterale unica, transistorizzato e funzionante nella banda dei 40 metri di lunghezza d'onda. Esso è in grado di sviluppare una potenza sufficiente a pilotare un amplificatore lineare a tetrodo da un kilowatt di potenza di alimentazione assorbita nel picco. L'eccitatore è alimentato direttamente dalla tensione fornita dalla batteria di bordo dell'autoveicolo (12 V).

Su questo eccitatore sono impiegati cinque transistori di tipo economico, un amplificatore a transistori con circuito stampato e un solo tubo elettronico.

Fino a che non saranno stati realizzati transistori di potenza, atti a funzionare a frequenze radio, è ovvio che sarà necessario ricorrere all'impiego dei tubi elettronici come amplificatori di potenza, quando le frequenze di la-

voro sono superiori a qualche centinaio di kilohertz.

La alimentazione di questo eccitatore richiede le seguenti tensioni e correnti:

a 300 V: 50 mA

a 12,6 V: 0,43 A.

Su questo eccitatore si è usato come amplificatore per microfono, il nuovo amplificatore Centralab TA-11 a circuito stampato, del tipo sub-miniatura. Questo amplificatore è completamente sigillato in resina e perciò risulta protetto contro l'umidità e contro eventuali urti o danni di carattere meccanico. Esso è un amplificatore a transistori, con quattro stadi di amplificazione, in grado di fornire un guadagno di potenza di oltre 70 decibel.

L'amplificatore transistorizzato Centralab TA-11 è lungo solamente 32 mm e la sua altezza non oltrepassa i 25 mm.

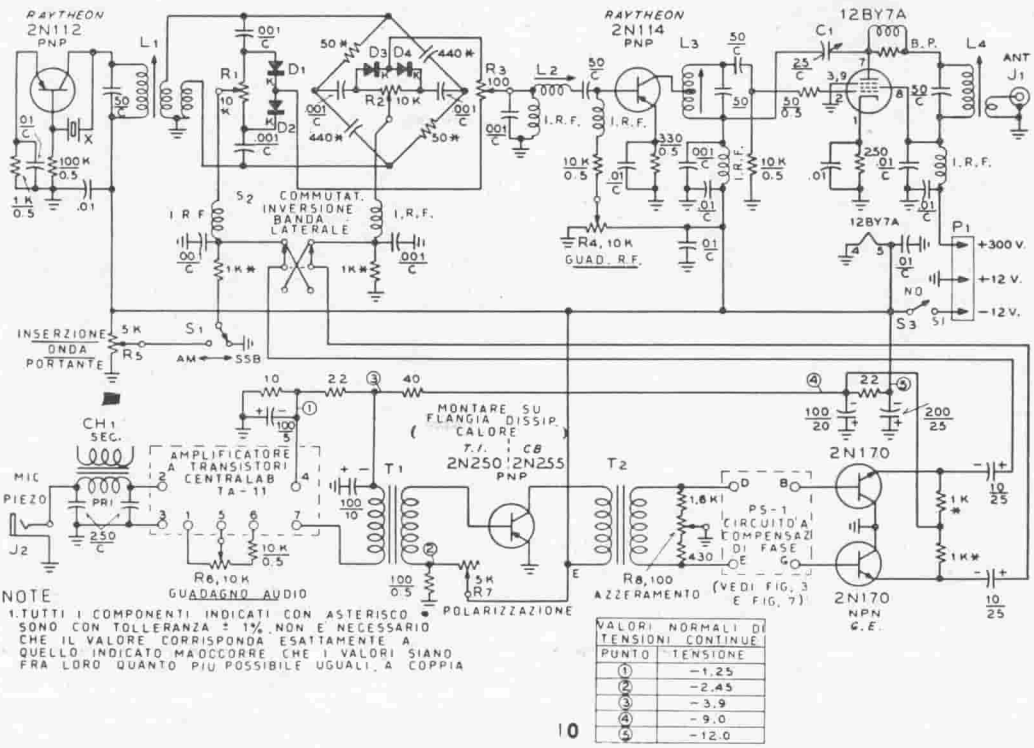
Quando si realizza questo eccitatore è sempre molto utile avere a disposizione un certo numero di transistori di riserva per la eventuale sostituzione nei vari stadi. Ciò darà al costruttore tranquillità e sicurezza, oltre a facilitargli l'ottenimento del migliore risultato da ogni stadio.

Molto spesso avviene che le minori prestazioni ottenute siano causate dalla necessità di impiegare determinati transistori, se l'operatore non ha la possibilità di sostituire i transistori eventualmente difettosi o poco efficienti con altri transistori migliori. Inoltre si tenga presente che il principio di funzionamento dei transistori è nuovo per molti radiodilettanti e che i transistori non si trovano ancora in tutti i negozi di materiale radio, come invece avviene per i tubi elettronici. Infine, non sempre si ha a disposizione uno strumento che possa indicare se il transistore che si vuole impiegare è in buone condizioni di efficienza.

Per le ragioni su esposte, è sempre conveniente avere a disposizione una adeguata scorta di transistori dei tipi usati in questo eccitatore.

Il circuito dell'eccitatore Nella Fig. 10 è riportato lo schema elettrico dell'eccitatore transistorizzato. Esso è molto simile all'eccitatore con tubi elettronici descritto nel paragrafo 1 (Fig. 3) di questo stesso capitolo e, come quello, impiega il metodo della compensazione di fase sulla frequenza di funzionamento.

Un transistore 2N112 funziona da oscillatore a quarzo con emettitore a massa. La frequenza di oscillazione del quarzo è compresa fra 7,2 e 7,3 MHz. L'uscita a radiofrequenza di questo oscillatore viene inviata, attraverso un circuito accordato e un secondario bifi-



VALORI NORMALI DI TENSIONI CONTINUE	
PUNTO	TENSIONE
①	−1.25
②	−2.45
③	−3.9
④	−9.0
⑤	−12.0

Figura 10.

SCHEMA ELETTRICO DELL'ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA TRANSISTORIZZATO, FUNZIONANTE SULLA BANDA DEI 40 METRI DI LUNGHEZZA D'ONDA

C_1 - Condensatore variabile ceramico da 25 $\mu\mu$F.

L_1 - 35 spire filo smaltato ∅ 0,65 avvolte strettamente su supporto di 12 mm. di diametro e 50 mm. di altezza.
Inizialmente il secondario sarà con due spire bifilari (per i dettagli sulla bobina bifilare vedasi la figura 8 del paragrafo 3-1). Montare tutta la bobina dentro un piccolo schermo metallico.

I.R.F. - Impedenza a radiofrequenza miniatura, da 2,5 mH.

T_1 - Trasformatore per transistori.
Impedenza primario 1000 Ω.
Impedenza secondario 60 Ω.

T_2 - Trasformatore ad audiofrequenza.
Impedenza secondario 95 kΩ.
Impedenza primario 15 kΩ (collegamenti invertiti).

CH_1 - Trasformatore per transistori.
Impedenza primario 200 kΩ.
Impedenza secondario 1 kΩ (usare solo il primario).

X - Quarzo da 7,2 - 7,3 MHz.

$D_1 \div D_4$ - Diodi 1N81 appaiati (Vedasi testo).

lare, al modulatore bilanciato con diodi a cristallo.

L'uscita di questo modulatore viene inviata ad uno stadio amplificatore a radiofrequenza, impiegante un transistore tipo 2N114 funzionante con emettitore a massa. In questo stadio la polarizzazione di base è ottenuta mediante un potenziometro R_4, che permet-

te così di regolarne i parametri in modo da ottenere la massima uscita.

Il collettore del transistore è collegato ad una presa intermedia della bobina di griglia dello stadio amplificatore lineare in modo da fornire a tale stadio il massimo segnale di pilotaggio, senza eccedere nelle dissipazioni del transistore.

Nello stadio amplificatore lineare è impiegato un tubo 12BY7A. Per ottenere la più alta stabilità di funzionamento di questo stadio, si è attuata la neutralizzazione, mentre le oscillazioni parassite su frequenze altissime (VHF) vengono eliminate mediante l'impiego di un soppressore di oscillazioni parassite posto nel circuito anodico del tubo.

L'amplificatore ad audiofrequenza transistorizzato subminiaturizzato, impiegato in questo eccitatore, ha una caratteristica di risposta in frequenza che tende a salire verso le frequenze più alte. Questa caratteristica è molto utile quando si lavora a banda laterale unica.

Però, la caratteristica di risposta in salita di questo amplificatore si spinge oltre il campo di frequenze nel quale il circuito di compensazione di fase PS-1 funziona regolarmente. È perciò necessario aggiungere un semplice filtro passa-basso che possa eliminare quasi del tutto le frequenze audio superiori a 3000 Hz. Tale filtro verrà inserito fra la presa di entrata a jack J_2 del microfono e l'entrata dell'amplificatore transistorizzato ad audiofrequenza. Il filtro è costituito dal primario di un piccolo trasformatore ad audiofrequenza per transistori CH_1 e da due condensatori da 250 $\mu\mu$F ciascuno.

Il segnale di uscita fornito dall'amplificatore a circuito stampato Centralab TA-11 viene inviato, mediante un trasformatore di accoppiamento ad un transistore di potenza, tipo 2N250 (oppure 2N255), che alimenta il circuito a compensazione di fase PS-1.

Il transistore 2N250 richiede una flangia di dispersione del calore dissipato sul collettore, per poter funzionare alle massime dissipazioni di collettore ammissibili. Pertanto il transistore dovrà venire montato su un disco di alluminio ossidato anodicamente, (allo scopo di renderlo elettricamente isolante) oppure su un disco di alluminio naturale, interponendo opportune rondelle di mica (che vengono fornite dallo stesso fabbricante del transistore). Si tenga presente che la custodia di questo transistore è elettricamente collegata al collettore e pertanto essa deve essere isolata rispetto al telaio dell'eccitatore.

Il circuito a compensazione di fase pilotato da questo transistore

è identico a quello descritto nel paragrafo 3-1 e illustrato dalla Fig. 7.

Il circuito di compensazione di fase è accoppiato alle basi di due transistori NPN tipo 2N170, funzionanti ad uscita di emettitore (equivalente all'uscita di catodo dei tubi elettronici). Si ottiene in tal modo la bassa impedenza di pilotaggio necessaria per il modulatore bilanciato.

La selezione della banda laterale viene eseguita mediante il commutatore S_2, che ha lo scopo di invertire la fase dei segnali ad audiofrequenza applicati al modulatore bilanciato.

La iniezione della portante viene ottenuta mediante il potenziometro R_5 e il commutatore S_1, che applica ai diodi del modulatore una polarizzazione tale da portarli in conduzione. Per ridurre la tensione, fornita dalla batteria, da 12,6 V a 9 V per lo stadio con transistori 2N170 e a 4 V e 2,5 V per lo stadio preamplificatore, si è usato un apposito circuito di caduta di tensione.

L'eccitatore è progettato per essere montato su autoveicoli aventi il polo positivo della batteria collegato alla massa.

Costruzione dell'ecccitatore L'eccitatore è costruito in una custodia di alluminio avente le dimensioni di mm $185 \times 101 \times 64$.

Per la realizzazione del circuito di compensazione di fase ad audiofrequenza miniaturizzato occorrerà selezionare, fra una grande quantità di resistori o condensatori, quello da impiegare nel ponte. Dopo aver fatta una prima selezione, servendosi di un ohmetro di non grandissima precisione, se ne effettuerà una seconda, mediante un ponte molto più preciso.

Questi componenti così selezionati verranno montati su una lastrina di carta bakelizzata munita di capofili. Sulla stessa lastrina verranno pure montati le piccole impedenze a radiofrequenza e i componenti del modulatore bilanciato.

Nella costruzione di questo tipo di apparati, nei quali si vuole economizzare al massimo lo spazio, è assai consigliabile adottare il sistema di montaggio a gruppi e sottogruppi, che consiste nell'assiemare fra loro un certo numero di componenti. In tal modo si ottiene il vantaggio di una certa facilità di montaggio dei componenti e di collegamento fra i vari sottogruppi.

Nell'eccitatore che stiamo descrivendo i componenti ad audiofrequenza e il modulatore a radiofrequenza sono montati in una lastrina di materiale isolante (carta bakelizzata) posta su una parete della custodia, mentre i compo-

nenti a radiofrequenza sono montati sulla parete opposta della custodia.

La bobina oscillatrice L_1 verrà sistemata dentro un vecchio schermo di trasformatore a frequenza intermedia. Lo stesso si farà per la bobina L_3 di griglia dell'amplificatore lineare.

Il tubo 12BY7A è montato su un piccolo squadretto, ad una estremità della custodia e su esso verrà posto uno schermo metallico cilindrico.

La bobina anodica L_4 dello stadio amplificatore è montata direttamente dietro il tubo (Fig. 11).

I vari resistori di caduta di tensione sono montati su una piccola striscia di carta bakelizzata con capofili posta al centro del telaio e i transistori ad audiofrequenza sono sistemati nell'area compresa fra la piastrina inferio-

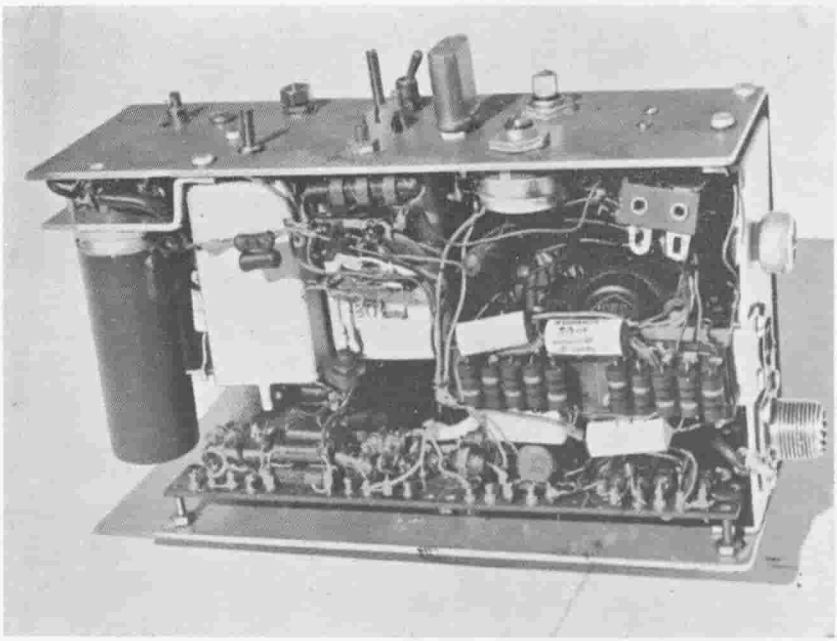


Figura 11.

IL TELAIO DELL'ECCITATORE A BANDA LATERALE UNICA, TRANSISTORIZZATO, VISTO DAL BASSO

I circuiti ad audio e a radiofrequenza sono montati su una piastrina di carta bakelizzata, fissata alla parete inferiore del telaio. Il tubo amplificatore lineare 12BY7A col relativo schermo sono montati su un piccolo squadretto di alluminio, posto sulla parte sinistra del telaio. La bobina di griglia L_3 è dinnanzi al tubo, mentre la bobina anodica L_4 è dietro il tubo stesso. La bobina L_1 è a destra di L_3, con il commutatore S_2 di banda laterale dietro di essa. I due potenziometri R_1 e R_2 di regolazione del bilanciamento a radiofrequenza sono posti verso destra sul pannello superiore del telaio.

re con terminali e la parete posteriore della custodia.

Il montaggio della parte a radiofrequenza verrà eseguito dopo aver sistemati i vari sottogruppi che contengono i componenti.

L'esecuzione dei collegamenti non presenterà alcuna particolare difficoltà. I due transistori a radiofrequenza verranno montati saldando direttamente i loro reofori a tre capofili delle piastrine isolanti con capofili. Durante la saldatura di entrambi i transistori e dei diodi del modulatore, bisogna evitare che attraverso i reofori si trasmetta al corpo dei transistori e dei diodi un calore eccessivo. Si segua al riguardo quanto è stato detto nel precedente paragrafo 3-1.

Si rimanda inoltre il lettore allo stesso paragrafo 3-1 per quanto riguarda la regolazione e la procedura di controllo del circuito di compensazione di fase, nel caso in cui questo dovesse essere autocostruito.

Misure sull'eccitatore

L'eccitatore a banda laterale unica, transistorizzato, può venire controllato sul tavolo di laboratorio alimentando i transistori con una batteria costituita da vari elementi da 1,5 V disposti in serie. È opportuno eseguire le prove preliminari con una tensione di alimentazione di 9 V. Questa tensione verrà poi portata al valore di regime (12 V) dopo aver eseguite in maniera completa tutte le regolazioni di accordo e di allineamento.

Dapprima si applicherà la tensione all'oscillatore a transistore. L'uscita a radiofrequenza potrà venire misurata sui terminali della bobina bifilare mediante un voltmetro elettronico a radiofrequenza.

Si regolerà il nucleo della bobina L_1 in modo da ottenere la massima indicazione del voltmetro elettronico stesso. Con il carico costituito dal diodo del voltmetro, si dovrà misurare un tensione efficace di circa 4 V fra ogni estremo della bobina bifilare e massa.

La costruzione della bobina bifilare risulta piuttosto critica. Se in essa si impiegano troppe spire, il carico sull'oscillatore risulterà così alto da rendere instabile il funzionamento. Se invece essa ha poche spire, il pilotaggio del modulatore risulterà insufficiente. Due spire, lascamente accoppiate col primario, hanno dato i risultati migliori.

Quando il ponte è sbilanciato, fra ogni estremo del potenziometro di uscita R_3 e massa si dovrà misurare una tensione di circa 0,2 V efficaci. Questa tensione verrà elevata mediante il circuito a π, in modo da ottenere la tensione di

eccitazione sufficiente per la base del transistore a radiofrequenza 2N114.

In linea generale, le regolazioni preliminari sono analoghe a quelle descritte a proposito dell'eccitatore con tubi elettronici, trattato nel paragrafo 3-1 di questo stesso capitolo.

I potenziometri R_1, R_2, R_3 verranno regolati in modo da ottenere la minima uscita su onda portante nel circuito di collettore del transistore 2N114. Per ottenere la massima soppressione dell'onda portante, potrà risultare necessario aggiungere un condensatore variabile ceramico da 10 μμF fra un vertice del modulatore a ponte e massa.

La regolazione finale verrà eseguita applicando all'apparato un segnale ad audiofrequenza e regolando il potenziometro R_8 di compensazione di fase ad audiofrequenza in modo da raggiungere la massima attenuazione della banda laterale indesiderata.

Dopo aver eseguite queste operazioni di regolazione preliminare, si inserirà nel suo zoccolo il tubo 12BY7A e si fisserà sul tubo il relativo schermo. Si porterà alla risonanza la bobina di griglia L_3 in modo da ottenere la massima eccitazione di griglia. Questa operazione verrà compiuta con l'aiuto di un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia. Con lo stesso sistema si porterà in risonanza la bobina anodica L_4.

Si porrà sulla presa di uscita J_1 un carico fittizio di antenna, costituito da due lampadine da 6,3 V - 0,15 A, collegate in parallelo.

Si applicano ora all'amplificatore lineare la tensione anodica e l'eccitazione e si regolano le due bobine L_3 e L_4 in modo da ottenere la massima uscita.

Eliminando dall'eccitatore il segnale di entrata ad audiofrequenza, si riscontrerà che molto probabilmente l'amplificatore a radiofrequenza entra in autooscillazione, dato che le lampadine continuano a rimanere accese. Si regolerà allora il condensatore di neutralizzazione C_1 fino a far cessare l'autooscillazione (questa regolazione va effettuata mediante un cacciavite interamente in materiale isolante).

Dopo aver posto l'eccitatore in condizione di regolare funzionamento, si può applicare agli stadi a transistori tutta la tensione della batteria, con conseguente aumento della eccitazione di griglia dell'amplificatore lineare e quindi della potenza di uscita.

Nelle condizioni di massima eccitazione, un voltmetro elettronico a radiofrequenza inserito sul piedino di griglia dello stadio amplificatore lineare con tubo 12BY7A, dovrà indicare una tensione di eccitazione di griglia di circa 2 V efficaci.

3-3 Ricetrasmettitore a V.H.F. per dilettanti molto esperti

La moderna tecnica costruttiva dei tubi elettronici, dei componenti e l'impiego di circuiti moderni consentono di raggiungere, in apparati funzionanti su frequenze altissime (VHF) livelli di sensibilità e di stabilità che fino a qualche anno fa erano possibili solo su apparati funzionanti su frequenze più basse.

Il ricetrasmettitore che descriviamo in questo paragrafo impiega tutti gli accorgimenti più moderni e si può dire che esso è in grado di fornire *superbi* risultati nelle bande dilettantistiche dei 50 MHz e dei 144 MHz.

Il ricetrasmettitore, il cui aspetto esteriore è chiaramente visibile

Figura 12.

IL RICETRASMETTITORE SU V.H.F. PER LE BANDE DEI SEI METRI E DUE METRI DI LUNGHEZZA D'ONDA ADATTO PER INSTALLAZIONI FISSE E SU AUTOVEICOLI

Questo ricevitore e trasmettitore fornisce ottime prestazioni nelle due bande più frequentemente usate della gamma delle V.H.F. A sinistra sono posti i comandi di sintonia del ricevitore, in modo da consentire la manovra anche durante la guida dell'autoveicolo, in caso di installazione mobile. Il ricevitore è a doppia conversione di frequenza e nel canale a frequenza intermedia è inserito un doppio filtro a traliccio di quarzi. Si ha in tal modo una ottima stabilità e selettività di ricezione. Il trasmettitore, la cui frequenza è controllata a quarzo, sviluppa una potenza di 10 W in assenza di modulazione. La commutazione di banda richiede un tempo di pochissimi secondi. Lo strumento indicatore, posto più a sinistra, serve come indicatore di intensità di campo, mentre lo strumento posto più a destra è un milliamperometro col quale si possono eseguire le varie misure necessarie per la messa a punto del trasmettitore. Sulla parte destra del pannello frontale dell'apparato vi sono i comandi del trasmettitore. La custodia dell'apparato, in lamiera di ferro forata assicura, oltre ad un'ottima schermatura, anche il raffreddamento necessario per un funzionamento a carattere continuativo.

nella figura 12, costituisce una stazione completa funzionante a VHF, montata con il relativo alimentatore, in una custodia di dimensioni ridotte e di linea moderna.

La sezione trasmittente è controllata a quarzo su ognuna delle undici frequenze che possono essere selezionabili comunque nelle due bande. Lo stadio finale dell'apparato assorbe, a piena modulazione, diciotto watt di potenza di alimentazione anodica.

Nella sezione ricevente dell'apparato sono impiegati amplificatori a radiofrequenza con circuito cascode, mediante i quali si ottiene, su entrambe le bande, una figura di rumore migliore di 5 decibel.

Una selettività ottima per comunicazioni in fonia viene ottenuta mediante l'impiego di un filtro a traliccio di quarzi a due sezioni, inserito nell'amplificatore a frequenza intermedia.

La stabilità della frequenza di ricezione risulta veramente ottima in seguito all'impiego di oscillatori di conversione a VHF controllati a quarzo e mediante l'impiego di un oscillatore accordabile avente alta stabilità e funzionante su frequenze basse.

Nel ricevitore è incorporato un indicatore di intensità di campo mentre nel trasmettitore uno strumento indicatore di accordo consente la esecuzione delle varie regolazioni in modo da ottenere i migliori risultati.

L'alimentatore può venire alimentato dalla rete a corrente alternata, alla tensione di rete disponibile, oppure da una batteria a 6 o 12 V.

Il modo con cui è realizzato il ricetrasmettitore ne consente l'impiego tanto come stazione fissa (da laboratorio), quanto come stazione mobile da installare su autoveicoli.

I principali organi di comando sono stati posti deliberatamente nella parte sinistra del pannello frontale, per consentire il funzionamento all'operatore mentre questi è impegnato nella guida dell'autoveicolo.

Per il rapido passaggio da ricezione a trasmissione si è impiegato un sistema a pulsante, mentre per la commutazione da una banda all'altra occorre un tempo brevissimo (meno di quindici secondi).

In questo apparato sono impiegati venti tubi, compreso un tubo stabilizzatore di tensione.

Il consumo totale dell'apparato si aggira su circa 105 W.

Descrizione del circuito

Il ricetrasmettitore che descriviamo è un apparato piuttosto complesso. Per tale ragione lo schema elettrico è stato suddiviso in cinque schemi parziali, riportati nelle figure 14,

15, 17, 18 e 19. Nella Fig. 13 è riportato lo schema a blocchi di tutto il complesso.

La sezione ricevente

La sezione ricevente dell'apparato impiega tredici tubi in circuito supereterodina a doppia conversione di frequenza.

Per ognuna delle due bande di frequenze che possono essere ricevute viene usato un gruppo a radiofrequenza apposito. Ogni gruppo a radiofrequenza impiega un tubo 6BZ7 amplificatore a radiofrequenza con circuito cascode, seguito da un tubo 6 J 6 funzionante da oscillatore-convertitore.

Il gruppo a radiofrequenza che si desidera far funzionare viene inserito alimentandone i filamenti e collegando il circuito di uscita del relativo stadio mescolatore al primo stadio amplificatore a frequenza intermedia. Queste funzio-

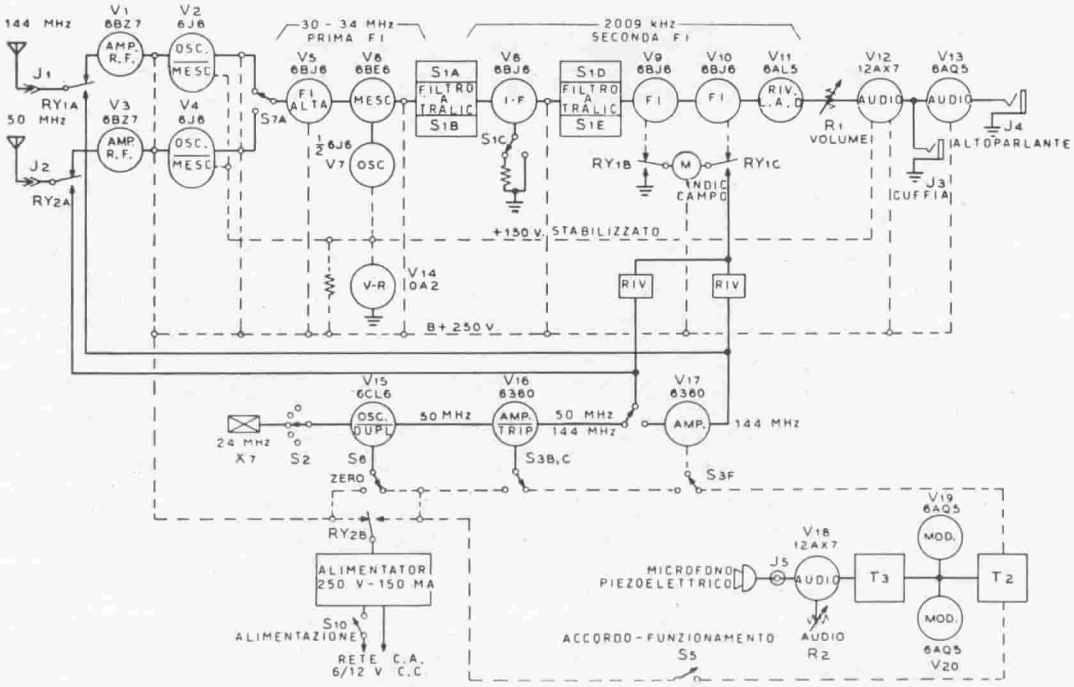


Figura 13.
SCHEMA A BLOCCHI DEL TRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI

Venti tubi, oltre ai rettificatori al selenio per l'alimentazione, conferiscono a questo apparato un funzionamento eccezionale, adeguato alle necessità degli amatori più esigenti che lavorano nella gamma V.H.F. L'alimentazione di questa stazione può essere effettuata alla tensione di 6 - 12 volt continua (tensione di bordo dell'autoveicolo) oppure a tensione alternata di rete.

ni vengono svolte dal commutatore S_7.

L'amplificatore cascode a 144 MHz è neutralizzato, in modo da ottenere il migliore rapporto segnale/disturbo, mentre nel gruppo a radiofrequenza per 50 MHz non è stato introdotto il circuito di neutralizzazione dato che, pur senza l'aggiunta della apposita bobina di neutralizzazione, si è ottenuta su tale banda una figura di rumore soddisfacente.

Per fornire la tensione di iniezione al triodo convertitore 6J6, sono usati quarzi overtone funzionanti nella regione VHF, impiegati in un circuito oscillatore rigenerativo.

Nella Fig. 14 è riportato lo schema elettrico completo del gruppo a radiofrequenza.

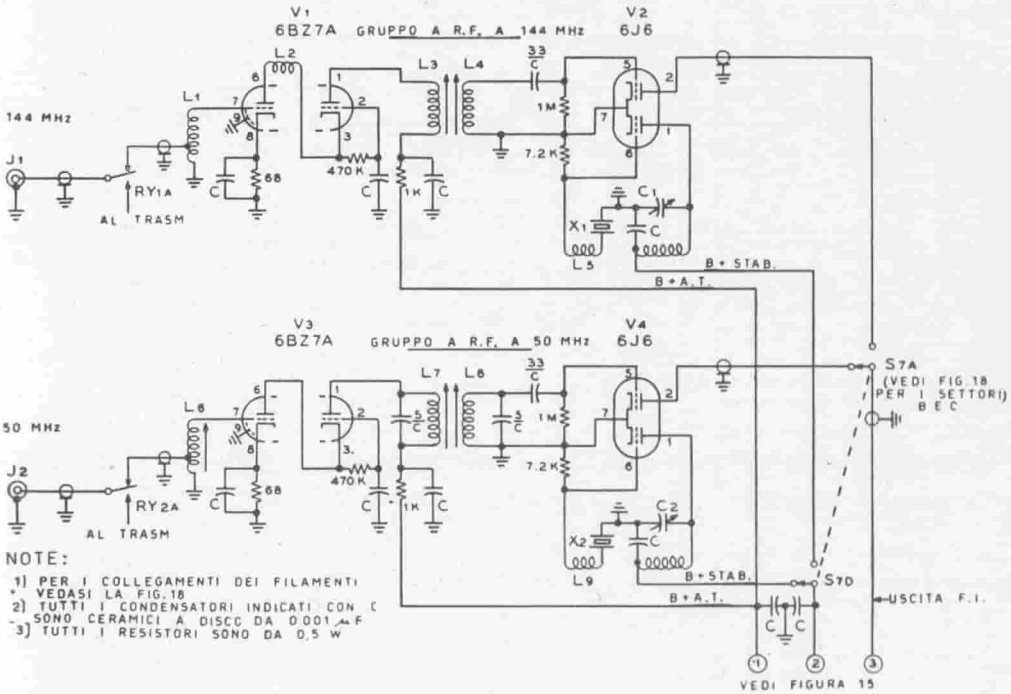


Figura 14.
SCHEMA ELETTRICO DELLA PARTE A RADIOFREQUENZA DEL RICEVITORE DEL RICETRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI

C - Condensatori ceramici a disco, da 0,001 µF.
C_1 - C_2 - Compensatori da 20 µµF.
J_1 - J_2 - Prese coassiali tipo BNC.
L_1 ± L_9 - Vedasi la Fig. 21 per i dati delle bobine.
S_7A-D - Settori del commutatore S_7 (Centralab PA-9). Vedasi la Fig. 18.
RY_1A - RY_2A - Vedasi la Fig. 19.
X_1 - Quarzo overtone a 144 MHz.
X_2 - Quarzo overtone a 84 MHz.

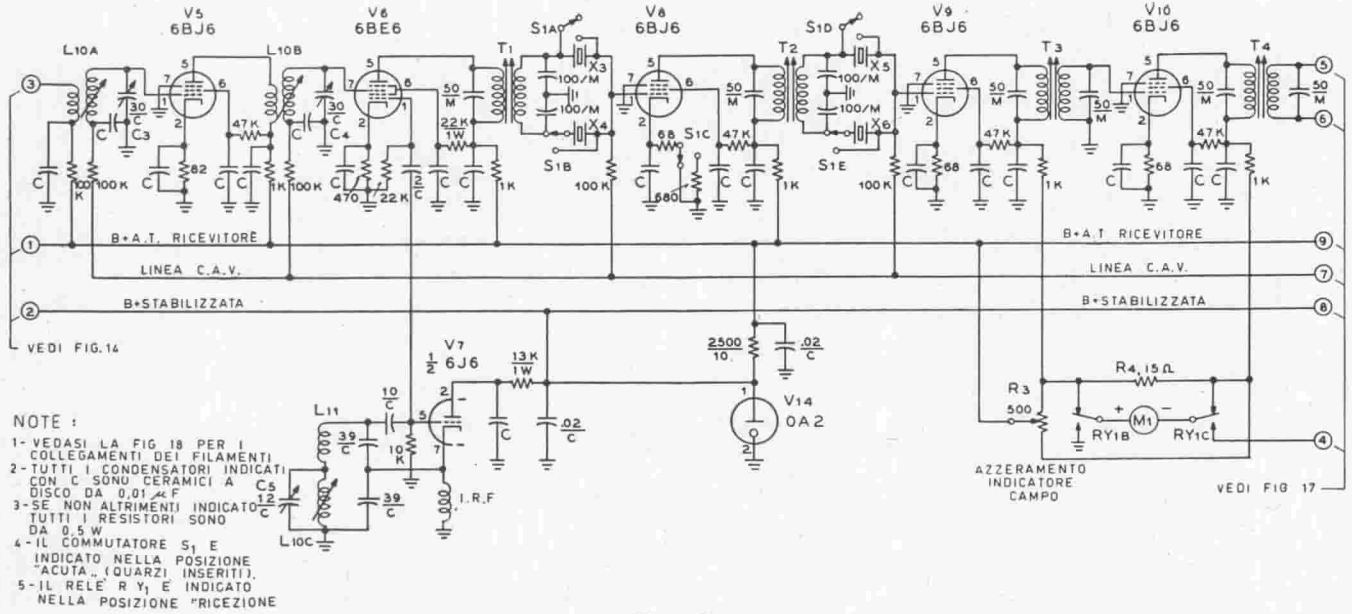


Figura 15.

SCHEMA ELETTRICO DELLA PARTE A FREQUENZA INTERMEDIA DEL RICETRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI

C_3 - C_4 - Compensatori ceramici da 30 μμF.

C_5 - Compensatore ceramico da 12 μμF.

L_{10} - L_{11} - Vedasi la Fig. 21 per i dati delle bobine.

M_1 - Milliamperometro a corrente continua da 1 mA fondo-scala.

RY_1B - RY_1C - Vedasi la Fig. 19.

S_1A - S_1E - Due settori del commutatore S_1 a 6 vie - 2 posizioni.

$T_1 \div T_3$ - Trasformatori intervalvolari a frequenza intermedia con accordo a permeabilità, a 1500 kHz, modificati togliendo i compensatori di accordo interni.

Sostituire il condensatore anodico con un condensatore a mica da 50 μμF e il condensatore di griglia con due condensatori a mica da 100 μμF, collegati in serie.

Collegare a massa di punto comune a questi due ultimi condensatori e accordare i trasformatori a frequenza intermedia, così modificati, su 2009 kHz.

T_4 - Trasformatore di uscita a frequenza intermedia con accordo a permeabilità, a 1500 kHz, moficato come detto sopra a proposito dei trasformatori $T_1 \div T_3$.

X_3 - X_4 - Quarzi per filtro a traliccio, accordati su 2007 e 2011 kHz.

X_5 - X_6 - Quarzi identici a X_3 - X_4.

IRF - Impedenza a radiofrequenza da 39 μH (Miller 4628).

L'amplificatore accordabile a frequenza intermedia copre la gamma da 30 a 34 MHz.

Per la ricezione della banda a 144 MHz l'oscillatore locale di prima conversione di frequenza funziona su frequenza più bassa di quella del segnale da ricevere, ossia deve fornire una frequenza di 114 MHz. Invece, per la ricezione della banda dei 50 MHz, l'oscillatore vien fatto funzionare su fre-

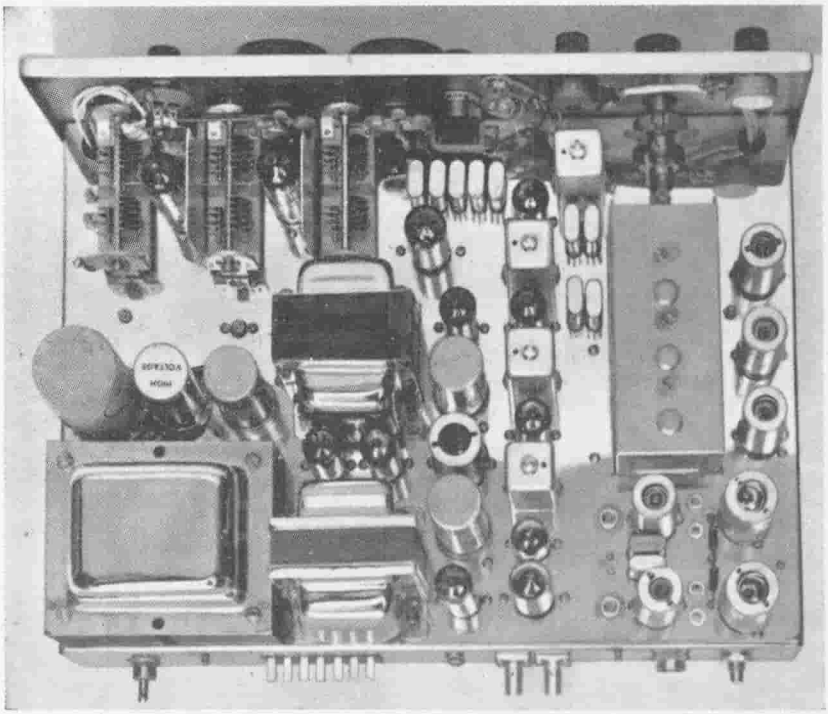


Figura 16.

IL RICETRASMETTITORE A V.H.F. VISTO POSTERIORMENTE

Nell'angolo posteriore sinistro del telaio vi è l'alimentatore a doppia entrata, con il vibratore e i condensatori filtro montati davanti al trasformatore. Vicino al pannello frontale del telaio vi sono i due tubi 6360 e i condensatori di accordo del trasmettitore. Si noti che fra uno stadio e l'altro sono interposti degli schermi, situati fra i condensatori di accordo e i tubi. Il modulatore e l'impedenza filtro dell'alimentatore occupano la parte centrale del telaio. La parte a frequenza intermedia del ricevitore è posta a destra del modulatore. Davanti al treno amplificatore a frequenza intermedia del ricevitore vi sono i quarzi per il trasmettitore e i quarzi del filtro a traliccio. Nella parte destra del telaio sono sistemati il sintonizzatore ad induttanza variabile per televisione e i tre stadi a frequenza intermedia con frequenza di accordo variabile. Nella parte posteriore destra del telaio, immediatamente dietro il sintonizzatore, vi sono i due oscillatori di conversione a V.H.F. La presa per microfono e il regolatore di volume ad audiofrequenza sono sistemati sulla parte posteriore dell'apparato, immediatamente sotto gli stadi amplificatori a cascode.

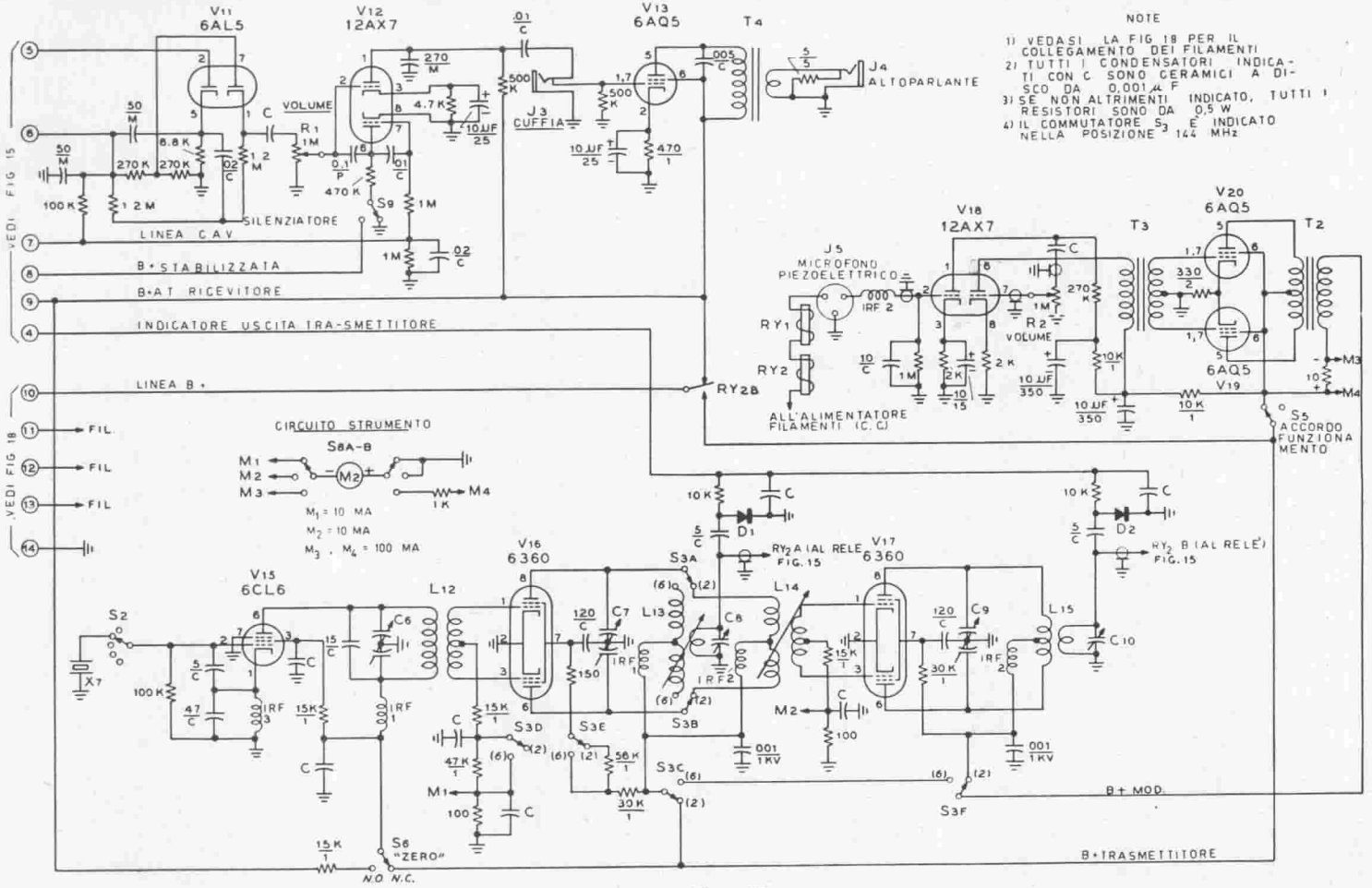


Figura 17.

SCHEMA ELETTRICO DEL TRASMETTITORE E DELLA PARTE AD AUDIOFREQUENZA DEL RICETRASMETTITORE PER 6 E 2 METRI

C_6 - C_7 - C_9 - Condensatori variabili doppi da 15+15 μμF.

C_8 - C_{10} - Condensatori variabili da 30 μμF.

D_1 - D_2 - Diodi al germanio tipo 1N81.

$L_{12} \div L_{15}$ - Vedasi la Fig. 21 per i dati delle bobine.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza da 7 μH (Ohmite Z - 50).

IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza da 1,8 μH (Ohmite Z - 144).

IRF_3 - Impedenza a radiofrequenza da 0,15 μH (Miller 4644).

S_3A - S_3F - Identico ad S_1 di Fig. 15 - Distanziare i settori in modo che le bobine L_1 e L_{14} possano essere sistemate nell'intervallo fra i settori stessi.

S_6 - Commutatore a pulsante. Una via - due posizioni.

S_8 - Commutatore a 2 vie - 3 posizioni, nel quale non avvenga cortocircuito fra i contatti.

RY_1 - RY_2 - Vedasi la Fig. 19.

M_2 - Milliamperometro a corrente continua da 1 mA fondo-scala.

T_2 - Trasformatore di modulazione da 25 W (Stancor A - 3845).
Impedenza primario 10 kΩ.
Impedenza secondario 5 kΩ.

T_3 - Trasformatore intervalvolare ad audiofrequenza. Rapporto 1:3 (Stancor A - 53 C).

X_7 - Quarzo overtone a 24-26 MHz.

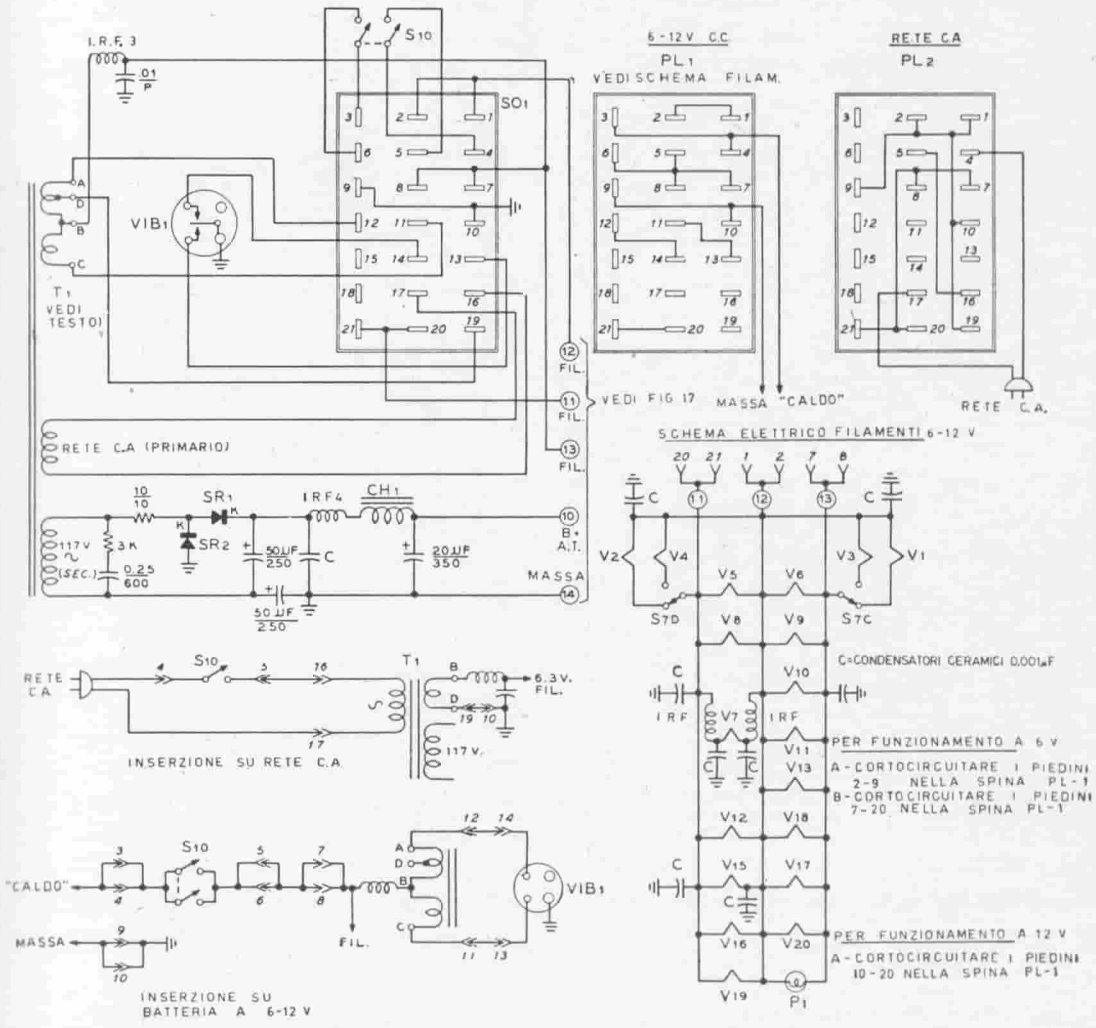


Figura 18.

SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTAZIONE DEL RICETRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI

CH_1 - Impedenza filtro 4 H - 175 mA.

IRF_3 - Impedenza a radiofrequenza 4 µH - 6A (Miller 5221).

IRF_4 - Impedenza a radiofrequenza 2,5 mH - 200 mA (Miller-5222).

S_{10} - Interruttore bipolare per 12A.

SR_1 - SR_2 - Rettificatori al selenio da 160V - 250 mA.

PL_1 - PL_2 - Spine femmine a 21 contatti.

SO_1 - Presa maschio a 21 contatti.

T_1 - Trasformatore di alimentazione (vedi testo).
Primario universale.
Secondari.
117 V - 200 mA.
3 x 6,3 V.
(Stancor P-8158 modificato vedi testo).

VIB_1 - Vibratore a 6 o 12 V.

P_1 - Lampadina spia a 6,3 V - 0,15 A.

S_7 - Commutatore a 2 posizioni 4 vie.

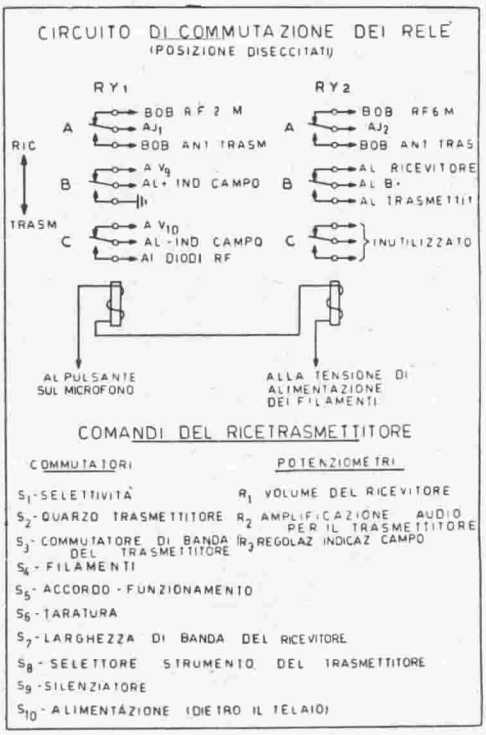


Figura 19.
COLLEGAMENTO DEI RELE' DI COMMUTAZIONE ED ELENCO DEI COMANDI DEL RICETRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI

RY_1 - RY_2 - Relè di commutazione a 3 vie (Nel caso di funzionamento con batteria a 6 V, collegare in parallelo le due bobine di eccitazione dei relè).

quenza più alta rispetto al segnale, per cui si dovrà impiegare un quarzo overtone da 84 MHz.

Il campo di accordo a frequenza intermedia, ampio 4 MHz, viene coperto mediante un selettore di canali televisivo del tipo a variazione continua di induttanza, opportunamente modificato in modo che possa funzionare sulla gamma di frequenze opportuna (30-34 MHz). L'impiego di questo tipo di circuito acordato consente di ottenere una stabilità eccezionale, malgrado le piccole dimensioni dell'apparato. La scelta di questo tipo di frequenza intermedia accordabile ha dato risultati veramente eccezionali.

Come primo tubo amplificatore a frequenza intermedia (V_5) si è usato un pentodo a μ variabile tipo 6BJ6. Nel secondo stadio mescolatore (V_6) si è usato un tubo 6BE6.

Lo stadio oscillatore accordabile funziona su una frequenza inferiore di 2009 kHz rispetto alla frequenza variabile sintonizzata dall'amplificatore a frequenza intermedia e impiega uno dei due triodi di un tubo 6J6 (V_7).

In serie con la induttanza variabile della sezione oscillatrice viene posta una piccola induttanza (L_{11}) di correzione che, eseguendo una funzione corrispondente a quella del condensatore di correzione in serie delle normali supereterodine aventi sintonia con condensatore variabile, consente di ottenere un corretto allineamento fra amplificatore a frequenza intermedia e oscillatore di seconda conversione di frequenza.

Il maggior contributo alla sensibilità e alla selettività del ricevitore viene fornito dal secondo amplificatore a frequenza intermedio, che funziona sulla frequenza di 2009 kHz.

Per assicurare la massima selettività su tale frequenza si è usato un doppio filtro con traliccio di quarzi. Tale filtro è costituito da due sezioni fra le quali è posto un tubo amplificatore (6BJ6 - V_8) che ha lo scopo di compensare la perdita di inserzione del filtro.

La prima sezione del filtro è posta immediatamente dopo il tubo convertitore 6BE6 in modo da fornire all'amplificatore a frequenza intermedia la massima protezione contro gli eventuali forti segnali aventi frequenza vicina a quella del segnale che si vuol ricevere.

Su questo filtro sono usati due quarzi: uno risuonante sulla frequenza di 2007 kHz e l'altro sulla frequenza di 2011 kHz. Si ottiene così una banda passante « piatta » larga circa 4 kHz.

I quarzi impiegati in questo filtro sono di taglio speciale per filtri e non possono essere sostituiti con normali quarzi « oscillatori » del tipo solitamente usato nei trasmettitori, poichè si otterrebbe un netto peggioramento delle caratteristiche del filtro.

I componenti elencati nella Fig. 15 sono di tipo poco costoso. I trasformatori a frequenza intermedia sono del tipo a 1500 kHz, opportunamente modificati, alla maniera indicata in Fig. 15, sostituendone i compensatori a mica con condensatori fissi, così da portarne la frequenza di accordo intorno a 2000 kHz.

Il filtro a traliccio di quarzi può venire disinserito dal circuito del ricevitore mediante il commutatore S_1, che pone la selettività del ricevitore su « Acuta » o « Larga ». Nella posizione « Larga » tutti e quattro i quarzi vengono cortocircuitati e un quarzo per ciascuna sezione del filtro viene escluso dal circuito del relativo trasformatore a frequenza intermedia. Inoltre sempre nella posizione « Larga » si è fatto in modo che un'altra sezione di commutatore (S_1C) riduca l'amplificazione del tubo amplificatore (V_8) allo scopo di compensare l'aumento di amplificazione dello stadio, conseguente alla eliminazione dei quarzi dal circuito.

Lo stadio con filtro a quarzo è seguito da due stadi (V_9 - V_{10}) di ulteriore amplificazione a frequenza intermedia. Questi stadi conferiscono al ricevitore una sensibilità molto alta, così da ottenere un corretto funzionamento dei circuiti di controllo automatico di volume (CAV) e del silenziatore automatico ad audiofrequenza (Squelch).

Nella Fig. 17 sono riportati gli schemi elettrici del rivelatore e dei relativi componenti ad audiofrequenza ad esso associati nel ricevitore.

Come rivelatore audio, rettificatore per il controllo automatico di volume e limitatore automatico

di disturbi si è usato un doppio diodo, tipo 6AL5 (V_{11}). Il circuito limitatore di disturbi adoperato è del tipo a bassa distorsione ed è sempre inserito nel ricevitore.

Uno dei diodi del tubo 6AL5 serve come rettificatore per il controllo automatico di volume e la tensione da esso sviluppata viene applicata ai quattro stadi a frequenza intermedia, per limitarne l'azione solo sui segnali più forti.

L'ultimo stadio amplificatore a frequenza intermedia (V_{10}) non è sottoposto all'azione del CAV Pertanto lo strumento che serve da indicatore di campo (S-meter) può venire inserito fra il ritorno di alimentazione anodica di questo tubo e il ritorno di alimentazione anodica di un tubo adiacente, soggetto all'azione del CAV. Avviene così che una variazione di corrente anodica del tubo controllato dal CAV sbilancia l'equilibrio del circuito a ponte, per cui si ottiene una deviazione dell'indice dello strumento, proporzionale alla tensione sviluppata dal circuito di controllo automatico di volume (CAV).

La stessa tensione del CAV viene anche applicata ad uno dei triodi del tubo V_{12} ad audiofrequenza, che funziona da tubo silenziatore ad audiofrequenza. Questo circuito rende inefficiente la parte ad audiofrequenza del ricevitore fino a che il circuito di CAV non sviluppi tensione. In tal modo viene eliminata la parte più importante del rumore di fondo che normalmente si ha nella ricezione a frequenze altissime (VHF). Il circuito di silenziamento ad audiofrequenza può venire escluso mediante il commutatore S_9.

I due stadi amplificatori ad audiofrequenza V_{12} e V_{13} sviluppano una potenza ad audiofrequenza sufficiente a pilotare in pieno un altoparlante, il cui forte volume di voce sarà tale da superare il livello di rumore provocato dal motore dell'autoveicolo sul quale il ricetrasmettitore può venire installato. Se si vuole, si può effettuare la ricezione in cuffia innestando questa nella apposita presa a jack J_3.

Durante la trasmissione, il funzionamento del ricevitore viene fatto cessare mediante i contatti RY_2B del relé. Tali contatti interrompono l'alimentazione anodica e di griglia schermo del ricevitore, per tutta la durata della trasmissione.

La sezione trasmittente

Nella Figura 17 è riportato lo schema elettrico della sezione trasmittente del ricetrasmettitore che stiamo descrivendo.

Nel trasmettitore vengono impiegati sei tubi elettronici; tre nella parte ad audiofrequenza e tre in quella a radiofrequenza.

Per il funzionamento sulle due bande dei 6 metri e dei 2 metri di lunghezza d'onda vengono usati quarzi con frequenze comprese fra 24 e 25 MHz. Con il commutatore S_2 si può selezionare uno qualsiasi fra 11 quarzi.

Il tubo oscillatore 6CL6 (V_{15}) è montato con circuito « a catodo caldo » e in duplicazione di frequenza, sicchè sviluppa sull'anodo un segnale nel campo di frequenze compreso fra 48 e 50 MHz. Per ottenere da questo circuito una tensione di uscita bilanciata, viene usato un condensatore di accordo anodico del tipo a statore suddiviso.

Durante la ricezione, l'oscillatore del trasmettitore può essere lasciato in funzione premendo il pulsante S_6 di « taratura ». Con questa manovra, durante la ricezione, viene applicata la tensione anodica all'oscillatore del trasmettitore.

Il circuito di uscita bilanciato dello stadio oscillatore è accoppiato induttivamente ad uno stadio in controfase impiegante un doppio tetrodo a fascio tipo 6360 (V_{16}). Il circuito di griglia di questo stadio è a sintonia larga ed è accordato nella regione dei 50 MHz mediante le capacità interelettrodiche del tubo e quelle parassite del circuito stesso. Per il funzionamento sulla banda dei sei metri di lunghezza d'onda, questo stadio funziona come amplificatore in classe C, con il circuito anodico (L_{13}-C_7) accordato appunto su 50 MHz.

Il commutatore S_3 provvede a regolare la tensione di polarizzazione negativa di griglia e quella di alimentazione delle griglie schermo in modo da ottenere le migliori condizioni di lavoro in classe C di questo stadio. Inoltre, nel funzionamento su 6 metri di lunghezza d'onda, l'alimentazione anodica dello stadio viene fatta passare attraverso il secondario del trasformatore T_2 di modulazione.

L'uscita a radiofrequenza di questo stadio viene inviata induttivamente ad una presa coassiale per antenna a 50 MHz, mediante i contatti del relé RY_2A.

Quando il commutatore S_3 viene portato nella posizione « 144 MHz » lo stadio con tubo 6360 suddetto viene convertito in stadio triplicatore di frequenza di alto rendimento, che fornisce così una uscita compresa nella banda di frequenze da 140 a 150 MHz.

Il settore S_3D del commutatore modifica, aumentandola, la tensione di polarizzazione negativa di griglia dello stadio, mentre il settore S_3E dello stesso commutatore determina una diminuzione della tensione di schermo dello stadio stesso. I settori S_3A e S_3B del commutatore selezionano opportunamente la bobina di accordo del circuito volano anodico, L_{14}.

Per il funzionamento su due metri di lunghezza d'onda viene usato un altro tubo 6360 (V_{17}), doppio tetrodo a fascio, funzionante da stadio amplificatore in classe C. Questo stadio viene eccitato dallo stadio triplicatore di frequenza in controfase (V_{16}).

Il circuito di griglia dell'amplificatore a 144 MHz viene accoppiato induttivamente allo stadio triplicatore di frequenza.

Il circuito anodico dello stadio amplificatore a 144 MHz (C_9-L_{15}) viene accoppiato induttivamente al circuito di uscita di antenna. Per il funzionamento a 144 MHz viene usata una presa coassiale di antenna diversa da quella per 50 MHz.

Quando il commutatore S_3 viene posto su 144 MHz, il settore S_3F del commutatore applica la tensione anodica allo stadio amplificatore a 144 MHz.

L'uso di accoppiamenti induttivi fra i tre stadi del trasmettitore riduce al minimo la radiazione di frequenze spurie da parte del trasmettitore. Il canale televisivo a 75 MHz verrebbe fortemente interferito da un normale trasmettitore funzionante su 144 MHz e con accoppiamento capacitivo fra i vari stadi per il fatto che il segnale a frequenza fondamentale (25 MHz), combinandosi con quello a seconda armonica, creerebbe un forte segnale a 75 MHz, che verrebbe irradiato. Invece questo trasmettitore, essendo dotato di accoppiamenti induttivi fra i vari stadi, non genera interferenze nei canali televisivi.

Su entrambe le bande, la potenza di alimentazione anodica dello stadio modulato è di 18 W e ciò consente di ottenere una potenza a radiofrequenza, in assenza di modulazione, di 10 W.

L'accordo del trasmettitore risulta grandemente semplificato grazie all'impiego di un voltmetro a radiofrequenza collegabile al circuito di uscita di ogni stadio amplificatore. Per rettificare una piccola parte della tensione a radiofrequenza esistente sui vari stadi vengono usati due diodi al germanio (D_1 e D_2) e la tensione rettificata da essi sviluppata viene poi inviata allo strumento M_1 del trasmettitore. Tutte le operazioni di accordo del trasmettitore vengono eseguite con l'ausilio di tale strumento, che consente di ottenere le massime prestazioni possibili dal trasmettitore stesso.

Il trasmettitore è modulato sull'anodo mediante due tubi 6AQ5 (V_{19} e V_{20}) funzionanti in controfase in classe AB_1. Il commutatore S_5 che ha due posizioni: l'una di « Accordo » e l'altra di « Funzionamento » ed elimina le tensioni anodiche di questi tubi e dell'amplificatore modulato quando è in posizione « Accordo ».

Un tubo 12AX7 serve come doppio stadio amplificatore ad audio-

frequenza con accoppiamento a resistenza-capacità. Esso fornisce una amplificazione sufficiente ad ottenere la massima profondità di modulazione del trasmettitore, impiegando un microfono piezoelettrico oppure elettrodinamico.

La sezione alimentatrice Per l'alimentazione del ricetrasmettitore sono necessarie le seguenti tensioni e correnti:

250 V - 150 mA
12,6 V - 3,9 A

Volendo, i filamenti dei tubi possono venire alimentati alla tensione di 6,3 V, nel qual caso la corrente assorbita risulta di 7,8 Ampere. Queste tensioni possono essere ottenute con l'alimentatore il cui schema elettrico è riportato in Fig. 18.

La parte ad alta tensione della alimentazione impiega rettificatori al selenio montati in duplicazione di tensione, alimentati da un avvolgimento a 117 V del trasformatore di alimentazione. Dato l'impiego del circuito duplicatore di tensione, questo avvolgimento non deve avere prese intermedie.

Il trasformatore di alimentazione ha due avvolgimenti ausiliari. Uno di essi serve da primario per l'alimentazione dell'apparato dalla rete a corrente alternata. L'altro avvolgimento serve per il funzionamento a vibratore alimentato da una batteria a 6 V oppure a 12 V.

La commutazione della alimentazione, prelevandola dalla rete oppure dalla batteria, verrà eseguita inserendo la opportuna spina PL-1 oppure PL-2 nella presa SO_1. Questa presa è montata sulla parete posteriore del telaio del ricetrasmettitore.

Il trasformatore di alimentazione è costruito con lamierini del tipo e dimensioni che normalmente si impiegano sui trasformatori di alimentazione dei televisori. Verso la fine di questo paragrafo verranno fornite le notizie necessarie alla costruzione di questo trasformatore.

Lo speciale avvolgimento per l'alimentazione a vibratore verrà dimensionato per una sola tensione di batteria (6 V oppure 12 V), ma non per entrambe le tensioni. Pertanto prima di realizzare il trasformatore, bisogna conoscere la tensione della batteria dell'autoveicolo sul quale eventualmente il ricetrasmettitore deve venire installato.

I filamenti del ricetrasmettitore sono collegati in serie-parallelo, per cui essi possono venire accesi o in corrente continua a 6 V o 12 V oppure da una tensione alternata a 6,3 V, senza necessità di modifica ai collegamenti stessi. L'opportuna connessione dei filamenti all'alimentatore, viene effettuata automaticamente quan-

do si inserisce nella presa SO_1 la spina relativa al tipo di alimentazione che si deve effettuare.

Nella Fig. 18 è riportato lo schema elettrico semplificato dei collegamenti di alimentazione del ricetrasmettitore.

Circuiti dei relé e di commutazione I circuiti di comando di questo interessante ricetrasmettitore sono riportati nella Fig. 19.

Due relé eseguono tutte le commutazioni per il passaggio da ricezione a trasmissione. Le bobine di eccitazione dei relé sono del tipo per corrente continua e vengono collegate in serie con il pulsante posto sul supporto del microfono e con la tensione di accensione dei filamenti, eventualmente rettificata per il caso in cui l'alimentazione dell'apparato debba essere effettuata in corrente alternata. Quando viene premuto il pulsante del microfono, viene collegato a massa un estremo del circuito di eccitazione dei relé che quindi risultano eccitati entrambi contemporaneamente.

Il relé RY_1 esegue la commutazione dell'antenna a 144 MHz e commuta lo strumento indicatore facendolo funzionare da strumento misuratore di intensità di campo, in ricezione, o da voltmetro a radiofrequenza per la misura dell'uscita della sezione trasmittente, in trasmissione.

Il relé RY_2 esegue la commutazione dell'antenna a 50 MHz e commuta la tensione anodica applicandola al ricevitore o al trasmettitore.

Lo strumento M_2 serve come multimetro per la parte trasmittente dell'apparato (Fig. 17). Esso è un milliamperometro a corrente continua da 10 mA fondo-scala e viene usato, così com'è, per la misura della corrente di griglia dei tubi V_{16} e V_{17}.

La commutazione dello strumento viene eseguita mediante il commutatore S_8. Nella terza posizione del commutatore S_8 lo strumento viene inserito su opportuni resistori di derivazione (shunt), in modo da misurare la corrente anodica dello stadio amplificatore modulato. La resistenza dello shunt sarà tale da aumentare a 100 mA la portata a corrente continua del milliamperometro.

Costruzione e montaggio del ricetrasmettitore Il ricetrasmettitore verrà montato entro una speciale custodia, avente le seguenti dimensioni: lunghezza cm. 35, altezza cm. 14, profondità cm. 25. Questa custodia verrà costruita mediante angolari metallici e il suo pannello frontale è asportabile.

La parete posteriore della custodia sarà realizzata mediante una lastra che viene avvitata agli angolari che servono per il fissag-

gio delle quattro pareti laterali della custodia stessa.

Il telaio dell'apparato è di lamiera di ferro e verrà ramato galvanicamente dopo aver eseguito su di esso tutti i fori più grandi. L'altezza del telaio sarà di cm. 5. Dalla Fig. 16 può essere notata la sistemazione da dare a tutti i componenti principali dell'apparato.

La parte ricevente occupa la zona a destra del telaio. L'alimentatore è posto nella zona posteriore sinistra. Nella parte anteriore sinistra del telaio verrà sistemata la parte trasmittente dell'apparato.

Il selettore di canali a induttanza variabile per televisori è comandato dal pannello frontale mediante la manopola principale di sintonia del ricevitore, che comprende una sola coppia di ingranaggi di demoltiplica. Di fianco al selettore, che qui funziona da sintonizzatore, vi sono i tubi V_5, V_6 e V_7.

Posteriormente al sintonizzatore vi sono i due gruppi di entrata a radiofrequenza del ricevitore.

I due stadi amplificatori con circuito « cascode » sono nell'angolo, con i tubi 6J6 oscillatore-mescolatore posti a sinistra.

I vari nuclei di regolazione delle bobine e i condensatori di accordo sono montati sul piano del telaio e possono venire regolati attraverso i fori della parete superiore della custodia dell'apparato.

Vicino al centro del telaio, e allineato dal davanti verso il fondo, vi è il treno di amplificazione a frequenza intermedia, accordato su 2009 kHz.

Come si può vedere, i quattro quarzi del filtro a frequenza intermedia sono posti vicino alla parete anteriore del telaio, immediatamente dietro al trasformatore a frequenza intermedia T_1. A sinistra del treno a frequenza intermedia, e disposti anch'essi in linea, vi sono il tubo stabilizzatore di tensione V_{14}, il primo condensatore filtro da 10 μF per il preamplificatore ad audiofrequenza, il tubo preamplificatore ad audiofrequenza V_{18}, il secondo condensatore filtro da 10 μF e il tubo V_{12} amplificatore ad audiofrequenza del ricevitore e silenziatore.

Alla sinistra di questi componenti vi sono i due tubi modulatori 6AQ5 posti fra i relativi trasformatori T_2 e T_3 di entrata e di uscita.

In fondo al telaio, a sinistra (sempre guardando la fotografia di Fig. 16) vi sono il trasformatore di alimentazione T_1 e il vibratore VI B_1. Quest'ultimo è posto fra i due condensatori filtro dell'alimentatore. Si noti che la custodia di uno di questi due condensatori è ad una certa tensione rispetto a massa e pertanto tale condensatore va isolato rispetto al telaio mediante un anello di materiale isolante.

I componenti del trasmettitore

occupano la zona superiore sinistra del telaio del ricetrasmettitore, visto come in figura 16.

Lo stadio oscillatore con tubo 6CL6 è posto verso il centro del telaio. Alla sua sinistra vi è il condensatore di accordo C_6. Un piccolo schermo di alluminio isola i componenti dell'oscillatore dal tubo 6360 amplificatore-separatore. Un secondo schermo verrà posto fra il condensatore variabile C_7 di accordo di questo secondo stadio e il tubo 6360 amplificatore a 144 MHz.

Nel telaio verrà riservato un certo spazio per il montaggio dei cinque zoccoli per i cinque quarzi miniatura del circuito oscillatore del trasmettitore. Una piccola lastra di alluminio sostiene gli zoccoli degli altri cinque quarzi posti dietro il selettore dei quarzi S_2, come si può vedere nella fotografia del telaio visto dal basso, riportata in figura 20.

Sotto il telaio tutta l'area occupata dall'alimentatore viene racchiusa mediante uno schermo di rame. La striscia che costituisce questo schermo sarà alta 5 cm. Lo schermo ha lo scopo di isolare i componenti dell'alimentatore da tutti gli altri circuiti e fra esso e le pareti del telaio risultano racchiusi i rettificatori al selenio e tutti gli altri piccoli componenti dell'alimentatore.

I collegamenti che attraversano questo schermo debbono passare attraverso condensatori ceramici a passante, la cui armatura esterna verrà saldata direttamente allo schermo.

Nella figura 20, in alto verso sinistra, è visibile il commutatore di selettività S_1, che commuta la selettività del ricevitore da « Acuta » a « Larga ». Ogni settore di questo commutatore è situato in modo da corrispondere a una coppia di zoccoli per i quarzi del filtro a traliccio a frequenza intermedia, in modo così che i collegamenti fra i quarzi e i contatti del commutatore risultino i più corti possibili.

A sinistra di questo commutatore, montato su una piccola staffa ad U, è posto il potenziometro R_3 di azzeramento dello strumento indicatore di campo.

Il commutatore S_7 di gamma del ricevitore è posto vicino agli stadi amplificatori a cascode, verso l'estremo sinistro in basso del telaio visto come in figura 20, e viene azionato dal pannello frontale mediante un alberino di prolungamento.

Sulla zona in alto a destra del telaio, visto come in Fig. 20, è sistemata la parte a radiofrequenza del trasmettitore. Essa è disposta parallelamente al pannello frontale dell'apparato.

In corrispondenza del centro di ogni zoccolo di tubo 6360 di questa parte dell'apparato verrà posto un piccolo schermo di ottone.

Questo schermo passa fra i piedini 1 e 9 e fra i piedini 3 e 4 dello zoccolo.

Il commutatore S_3 di banda del trasmettitore è posto nella zona centrale di questa parte dell'apparato e viene schermato, mediante opportuni schermi, dal resto del trasmettitore, allo scopo di evitare un accoppiamento fra le bobine di questo circuito e quella a 144 MHz dell'amplificatore o quella a 50 MHz dell'oscillatore in duplicazione.

Montaggio del ricetrasmettitore Il ricetrasmettitore che stiamo descrivendo è un apparato assai complesso e deve essere montato con molta attenzione. Dato lo spazio disponibile assai ridotto, gli eventuali er-

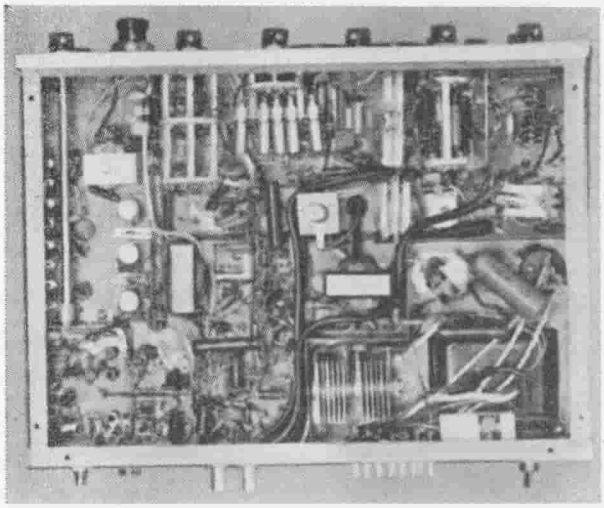


Figura 20.

IL TELAIO DEL RICETRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI VISTO DAL BASSO

Da questa fotografia è visibile la disposizione generale dei componenti sotto il telaio. Nell'angolo destro in basso sono montati i componenti dell'alimentatore separati dal resto del circuito mediante uno schermo in rame. Immediattamente sopra questo schermo sono posti i relè RY_1 e RY_2 e il trasformatore pilota ad audiofrequenza. Sulla parete frontale del telaio viene montato il trasmettitore. Gli zoccoli dei tubi del trasmettitore sono attraversati da schermi per l'isolamento dei vari stadi fra loro. Al centro del pannello frontale è posto il commutatore dei quarzi, con cinque quarzi montati sul settore del commutatore. Direttamente sotto questo commutatore è sistemata la parte amplificarice a frequenza intermedia del ricevitore e il trasformatore di uscita ad audiofrequenza. Nell'angolo sinistro in basso sono montati gli stadi a radiofrequenza con circuito cascode e il commutatore di banda per il ricevitore. Questo commutatore è montato su un piccolo squadretto e viene azionato dal pannello frontale tramite un alberino di prolungamento. Frontalmente a questo commutatore vengono sistemati i componenti del primo stadio di conversione. I compensatori usati nel selettore di canali televisivo a induttanza variabile sono montati sui terminali del selettore stesso. Le due prese coassiali di antenna sono collegate al relè di commutazione di antenna mediante cavi coassiali di 6,3 mm di diametro. Queste prese coassiali di antenna sono poste sulla parete posteriore del telaio.

Figura 21.

TABELLA DELLE BOBINE PER IL RICETRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI

PARTE RICEVENTE - FIGG. 14 E 15

L_1 - 6 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte con diametro 10 mm. Lunghezza della bobina 12 mm. Presa a 2,5 spire dal terminale di massa.

L_2 - 12 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte con diametro 5 mm. Lunghezza della bobina 11 mm. Montata fra i piedini 3 e 6 dello zoccolo del tubo V_1.

L_3 - L_4 - 5 spire filo smaltato ∅ 1 avvolte su supporto di diametro 6,3 mm dotato di nucleo di regolazione. Distanza fra una spira e l'altra 1 mm. La distanza fra i due centri delle bobine L_3 e L_4 è di 19 mm.

L_5 - BOBINA DI ANODO
6 spire filo smaltato ∅ 1,3 avvolte con diametro 3 mm.
Lunghezza bobina 12 mm.

BOBINA DI GRIGLIA
1 spira filo isolato in vipla posta fra le ultime spire, dalla parte « calda » della bobina di anodo.

L_6 - 10 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte con diametro 10 mm. Lunghezza della bobina 12 mm. Presa alla 4ª spira dal terminale di massa.

L_7 - L_8 - 16 spire filo smaltato ∅ 0,8 strettamente avvolte su un supporto di 6,3 mm di diametro dotato di nucleo di regolazione.
La distanza fra i due centri delle bobine L_7 e L_8 è di mm 19.

L_9 - BOBINA DI ANODO
9 spire filo smaltato ∅ 1,3 mm avvolte con diametro 8 mm. Lunghezza della bobina 16 mm.

BOBINE DI GRIGLIA
1 spira filo isolato in vipla, posta fra le due ultime spire, dalla parte « calda » della bobina di anodo.

L_{10} A-B-C - Selettore di canali televisivo per VHF - Tipo Inductuner della Mallory (modello 8303).

L_{11} - Impedenza a radiofrequenza da 0,33 μH (J. W. Miller 4596).

PARTE TRASMETTITORE - FIG. 17

L_{12} - BOBINA DI ANODO
12 spire filo smaltato ∅ 1,3 avvolte con diametro 19 mm.
Lunghezza della bobina 19 mm.

BOBINA DI GRIGLIA
7 spire filo smaltato ∅ 1,3 avvolte con diametro 25 mm con presa centrale. Lunghezza della bobina 14 mm. Porre la bobina di anodo dentro quella di griglia. Il circuito deve risuonare nella banda 24-26 MHz.

L_{13} - BOBINA DI ANODO
18 spire filo smaltato ∅ 1,3 mm avvolte con diametro 12 mm.
Lunghezza della bobina 38 mm. Lasciare al centro della bobina uno spazio di 6,3 mm. Il circuito deve risuonare nella banda 50-54 MHz.

BOBINA DI ANTENNA
3 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte con diametro 12 mm.
Lunghezza della bobina 6 mm.
Sistemarla nel vano lasciato libero, al centro della bobina di anodo.

L_{14} - BOBINA DI ANODO
6 spire filo smaltato ∅ 1,3 mm avvolte con diametro 12 mm. Lunghezza della bobina 38 mm. Lasciare al centro della bobina uno spazio di 6,3 mm. Il circuito deve risuonare nella banda 144-148 MHz.

BOBINA DI GRIGLIA
4 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte con diametro 12 mm, con presa centrale.
Lunghezza della bobina 6 mm. Sistemarla nel vano lasciato libero, al centro della bobina di anodo.

L_{15} - BOBINA DI ANODO
6 spire filo smaltato ∅ 1,6 avvolte con diametro 12 mm. Lunghezza della bobina 38 mm. Lasciare al centro della bobina uno spazio di 6,3 mm. Il circuito deve risuonare nella banda 144-148 MHz.

BOBINA DI ANTENNA
3 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte con diametro 12 mm. Lunghezza della bobina 6 mm. Sistemarla nel vano lasciato libero, al centro della bobina di anodo.

rori di collegamento risultano di difficile individuazione e di laboriosa riparazione. Quindi si consiglia di montare l'apparato in varie fasi.

Si comincerà col montare il ri-

cevitore. Questo verrà poi provato, alimentandolo con un alimentatore provvisorio. Per ultimo si monterà il trasmettitore in modo che il suo funzionamento possa venire controllato con il ricevitore dell'apparato stesso.

Infine si monterà l'alimentatore, naturalmente dopo aver provveduto a costruire o a modificare il relativo trasformatore di alimentazione. Il funzionamento dell'alimentatore potrà venire controllato montandolo direttamente sull'apparato. Il controllo finale dell'apparato consiste nell'assicurarsi che ogni sezione del ricetrasmettitore funzioni regolarmente e che risulti regolare anche il funzionamento di tutto l'apparato nel suo insieme.

Montaggio della sezione ricevente

Come si è detto, la sezione ricevente dovrà essere montata per prima. È necessario che tutti i collegamenti a radiofrequenza e i collegamenti di massa siano i più corti possibile e diritti. La parte maggiore possibile dei componenti (resistori e piccoli condensatori) dovrà essere montata direttamente fra i piedini degli zoccoli dei tubi, oppure fra tali piedini e i capofili di massa.

Nella parte a radiofrequenza del ricevitore vengono usati, come condensatori di fuga, solamente condensatori ceramici a disco, del tipo miniatura. I reofori di questi condensatori debbono essere quanto più corti possibile.

I componenti relativi agli stadi comprendenti i tubi V_5, V_6 e V_7 vanno montati fra i piedini degli zoccoli e una piastrina di carta bakelizzata con otto capofili, montata sulla parete laterale del telaio, immediatamente vicino agli zoccoli dei tubi stessi.

I compensatori C_3, C_4 e C_5 verranno montati direttamente sui terminali del sintonizzatore (selettore per televisione).

A destra del treno a frequenza intermedia del ricevitore verrà montata una piastrina isolante con dodici capofili e ad essa verranno collegati i reofori dei componenti di questi stadi.

Dopo aver montata la maggior parte dei componenti del ricevitore, si costruiranno le bobine a radiofrequenza del ricevitore che verranno saldate direttamente al loro posto. Esse debbono venire accordate alla risonanza con l'aiuto di un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter).

Il primo circuito accordato a frequenza intermedia ($L_{10}A$-C_3) e il circuito di griglia del tubo 6BE6 ($L_{10}B$-C_4) possono essere accordati alla risonanza mediante un oscillatore ad assorbimento di griglia, che copra la gamma da 30 a 34 MHz. Si deve ottenere che, variando la posizione della manopola

principale di sintonia del ricevitore, tali circuiti coprano appunto la gamma da 30 a 34 MHz.

Il circuito mescolatore ($L_{10}C$-C_5) deve coprire il campo di frequenze da 28 a 32 MHz.

Messa a punto della parte ricevente

Dopo aver completati tutti i collegamenti del ricevitore, occorre eseguirne un accuratissimo controllo allo scopo di accertarsi che non si siano commessi errori e che non si sia tralasciato di effettuare qualche collegamento. Se è possibile, si affidi ad un'altra persona il compito di controllare i collegamenti poichè spesso, a chi ha montato un apparato, risulta più difficile trovare gli errori commessi.

Quando si è sicuri che i circuiti del ricevitore sono tutti in ordine, si potrà collegare la sezione ricevente del ricetrasmettitore ad un alimentatore provvisorio, realizzato conformemente allo schema riportato in Fig. 22. Questo alimentatore impiega gli stessi componenti che poi verranno usati nell'alimentatore del ricetrasmettitore, ma può essere montato provvisoriamente « su tavoletta » per essere così adoperato solo per la durata delle prove.

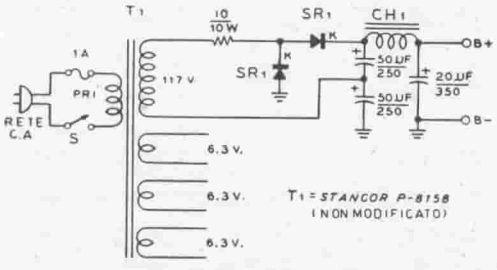


Figura 22.
ALIMENTATORE PROVVISORIO PER IL CONTROLLO DEL RICETRASMETTITORE SU 6 E 2 METRI

Si collegherà un altoparlante alla presa di uscita del ricevitore e vi si invierà un segnale a radiofrequenza modulato, avente la frequenza di 2009 kHz, al piedino 5 dello zoccolo del tubo mescolatore 6BE6 (V_6). Per accoppiare il generatore di segnali a frequenza intermedia con il ricevitore si adotterà un condensatore di capacità piccola.

Durante questa prova bisognerà sfilare dal suo zoccolo il tubo oscillatore 6J6 (V_7).

Il generatore di segnali potrà essere un BC-221, che presenta il vantaggio di poter essere accuratamente regolato sulla frequenza dei quarzi del filtro a traliccio. (Nel nostro caso, questa frequenza è di 2009 kHz).

Si porrà il commutatore S_1 su selettività « Acuta » e si regoleranno i nuclei di accordo dei trasformatori a frequenza intermedia in modo da ottenere la massima uscita ad audiofrequenza.

Man mano che con i trasformatori ci si avvicina alla giusta frequenza di accordo, siccome diviene progressivamente maggiore la amplificazione del treno a fre-

quenza intermedia, bisognerà ridurre l'ampiezza del segnale che il generatore inietta nel ricevitore, allo scopo di evitare che quest'ultimo vada in saturazione.

Dopo aver allineati i trasformatori a frequenza intermedia, si provvederà ad inserire nel suo zoccolo il tubo mescolatore 6J6 e si sposterà la frequenza del generatore di segnali sul valore della prima frequenza intermedia del ricevitore, ossia su 34 MHz.

Si pone l'indice della scala che comanda il sintonizzatore in corrispondenza della frequenza massima e si regola il compensatore C_5 in modo da ricevere il segnale sviluppato dal generatore. I condensatori di correzione in serie dei circuiti a radiofrequenza, C_3 e C_4 vanno regolati per la massima ricezione del segnale.

Se si collega al rotore del settore S_7A del commutatore una antenna corta, deve essere possibile ricevere facilmente segnali a frequenza 30-34 MHz.

Si pone il commutatore S_7 nella posizione « 50 MHz » e si innestano nei loro zoccoli il tubo amplificatore a radiofrequenza (V_3) e il tubo mescolatore (V_2) relativi a tale banda. Si regolano il condensatore C_9 di accordo dell'oscillatore e l'accoppiamento fra la bobina L_9 e l'avvolgimento di reazione del quarzo, in modo da ottenere un funzionamento stabile dello stadio oscillatore. Il regolare funzionamento dell'oscillatore può venire accertato mediante un ricevitore posto vicino e sintonizzato su 84 MHz.

Dopo di ciò si inietterà un segnale, avente frequenza compresa nella banda 50-54 MHz, nella presa coassiale di antenna J_2 della parte ricevente e, dopo averlo sintonizzato, si regolano i nuclei delle bobine L_7 e L_8 per la massima intensità di ricezione di questo segnale.

L'ultimo passo consiste nel regolare il nucleo della bobina di antenna L_6.

Si pone ora il commutatore S_7 nella posizione corrispondente alla banda 144-148 MHz e si inseriscono nei loro zoccoli i tubi V_1 e V_2 relativi alla banda stessa. Si fa in modo che l'oscillatore a 144 MHz funzioni regolarmente e si regolano le bobine L_4, L_3 e L_1 in modo da ottenere la massima intensità di ricezione sulla banda dei due metri di lunghezza d'onda.

Quando si è accertato il regolare funzionamento del ricevitore su entrambe le bande, si potrà iniziare il montaggio e la taratura della sezione trasmittente dell'apparato.

Montaggio della sezione trasmittente

Si monterà dapprima la parte a radiofrequenza del trasmettitore. La bobina di accoppiamento L_{12} fra l'oscillatore e il separa-

tore è costituita da due parti che possono essere sfilate l'una rispetto all'altra, a cannocchiale. La bobina di anodo è posta dentro la bobina di griglia.

Le bobine L_{13} e L_{14} verranno montate direttamente fra i settori del commutatore S_3. La bobina di antenna per 50 MHz verrà posta fra le due metà della bobina L_{13} e la bobina di griglia a 144 MHz dell'amplificatore su 2 metri verrà montata fra le due metà della bobina L_{14}.

I vari resistori associati con il commutatore di banda verranno montati fra le linguette del commutatore stesso.

La bobina anodica L_{15} per 144 MHz verrà saldata ai terminali del condensatore di accordo C_9, con collegamenti che passano attraverso i fori di 12 mm di diametro eseguiti nel telaio. La bobina di antenna per 144 MHz è sostenuta da due isolatori ceramici miniatura, montati a fianco della bobina L_{15}.

Dopo aver completati i collegamenti della parte a radiofrequenza si tareranno le varie bobine sulle rispettive frequenze di lavoro, variando la distanza fra le loro spire.

Per ultimo si monterà la parte ad audiofrequenza del trasmettitore. Questo montaggio risulterà relativamente semplice e il funzionamento di questa parte dell'apparato quasi certamente non darà luogo ad inconvenienti.

I collegamenti fra la seconda sezione del tubo 12AX7 preamplificatore ad audiofrequenza e il regolatore di volume R_2 (montato sulla parete posteriore del telaio, vicino alla presa per il microfono) verranno eseguiti in cavetto schermato. Pure in cavetto schermato verrà eseguito il collegamento fra la presa per microfono e la prima sezione del tubo 12AX7.

Le bobine dei relé RY_1 e RY_2 verranno collegate in serie con il piedino di comando J_5 e il loro ritorno verrà collegato al circuito di filamento del trasmettitore.

Taratura della sezione trasmittente

Dapprima il trasmettitore verrà temporaneamente collegato all'alimentatore ausiliario di Fig. 22. Si inseriscono nei loro zoccoli il tubo oscillatore 6CL6 e un quarzo di frequenza opportuna.

Si collegherà, ad una piccola ansa di filo, una lampadina da 6,3 V-0,15 A, che servirà come carico di prova. Questa ansa con lampadina verrà accoppiata lascamente con la bobina L_{12} dell'oscillatore e quando lo stadio oscillatore è in funzione, la lampadina dovrà accendersi con buona brillanza.

Il condensatore C_6 deve venire regolato in modo da ottenere un funzionamento stabile dell'oscillatore.

Si pone ora il commutatore S_3 nella posizione corrispondente alla banda a 50 MHz e si pone il commutatore S_5 nella posizione « Accordo ». (Su tale posizione, al tubo amplificatore vengono tolte le tensioni anodica e di griglia schermo). Si inserisce il tubo 6360 dello stadio separatore nel rispettivo zoccolo e si pone il commutatore S_8 dello strumento in modo da leggere la corrente di griglia di tale stadio. Quando il condensatore C_6 è correttamente regolato, si deve ottenere una lettura di circa 3,5 mA.

Il circuito anodico dello stadio a 50 MHz potrà essere posto approssimativamente alla frequenza di risonanza, mediante un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia, dopo aver collegato alla presa coassiale di antenna J_2 per 50 MHz un carico fittizio di antenna.

Si pone ora il commutatore S_2 nella posizione « Funzionamento » e si eccitano i relé, premendo sul pulsante « Trasmissione - Ricezione » posto sul supporto del microfono. Si potrà così regolare il condensatore C_7 di accordo dell'amplificatore in modo da ottenere la massima deviazione dell'indice dello strumento del trasmettitore, quando il relativo commutatore è posto su « Voltmetro a radiofrequenza ».

In queste condizioni, la corrente anodica del tubo 6360 deve risultare di circa 70 mA. Il valore di questa corrente anodica può venir misurato ponendo il commutatore S_8 dello strumento nella posizione « Amplificatore » (100 mA fondo-scala).

A questo punto rimane ancora da controllare il funzionamento del modulatore. Si inseriscono i tubi V_{18}, V_{19} e V_{20} nei rispettivi zoccoli. Si regola il comando di volume R_2 mentre si parla dinanzi al microfono, con voce normale. Ascoltando la modulazione in un ricevitore posto nelle vicinanze, questa dovrà risultare molto chiara e nitida.

Dopo aver constatato il regolare funzionamento del trasmettitore nella banda dei 50 MHz, si dovrà passare a controllare il funzionamento sulla banda dei 144 MHz.

Si collega alla presa coassiale J_1 di antenna per 144 MHz l'antenna relativa a tale frequenza e si inserisce nel rispettivo zoccolo il tubo amplificatore 6360 (V_{17}).

Si pone il commutatore S_5 nella posizione « Accordo » e si regola l'accoppiamento fra la bobina di griglia di questo stadio e la bobina anodica L_{14} dello stadio separatore fino ad ottenere nel tubo V_{17} una corrente di griglia di 3,5 mA.

Il commutatore S_3, quando è posto su 144 MHz, mette automaticamente in azione il tubo V_{17}.

Infine si pone il commutatore S_5 nella posizione « Funzionamen-

to » e si regolano i comandi di accordo (C_9) e di carico (C_{10}) in modo da ottenere la massima indicazione del voltmetro a radiofrequenza.

La corrente anodica dello stadio amplificatore sui 144 MHz dovrà risultare di 70 mA. Essa verrà misurata dallo strumento del trasmettitore, ponendo il commutatore S_8 dello strumento stesso sulla posizione « Amplificatore ».

Per la esecuzione del cambiamento di banda si debbono soltanto svolgere le seguenti manovre: selezionare opportunamente il quarzo del trasmettitore; porre il commutatore S_3 nella giusta posizione; regolare i comandi del trasmettitore in modo da ottenere la massima indicazione del voltmetro a radiofrequenza. Per effettuare il cambio di gamma normalmente occorrono non più di 15 secondi.

L'alimentatore Dopo aver accertato il regolare funzionamento del ricetrasmettitore , bisognerà provvedere al montaggio definitivo dell'alimentatore sull'apparato (vedi Fig. 18).

È molto probabile che non possa essere trovato un trasformatore che fornisca le tensioni necessarie e che risulti in grado di essere alimentato dalla tensione di rete disponibile o da una batteria (tramite un vibratore). Pertanto occorrerà trovare un trasformatore di alimentazione che possieda gli avvolgimenti ad alta tensione necessari. Si toglieranno a tale trasformatore gli avvolgimenti di accensione dei filamenti e si sostituiranno detti avvolgimenti con quelli speciali necessari a questo ricetrasmettitore.

Nel prototipo di apparato da noi realizzato è stato adoperato un trasformatore Stancor P-8158, che si presta ottimamente allo scopo. Questo trasformatore ha il primario a 115 V e un secondario a 117 V progettato per l'impiego di un circuito rettificatore a duplicazione di tensione. Inoltre esso ha tre avvolgimenti a 6,3 V per i filamenti.

Questi ultimi tre avvolgimenti sono esterni e quindi possono essere tolti molto facilmente.

Descriveremo fra poco le modifiche da apportare a questo trasformatore. È evidente però che, qualora non si disponga di un trasformatore del genere, bisognerà provvedere a costruire «ex novo » il trasformatore, utilizzando un nucleo di lamierini da trasformatore per televisione e dimensionando i vari avvolgimenti sulla base di quanto verrà detto nel capitolo relativo agli alimentatori.

Comunque, saranno sempre utili le notizie che forniamo qui di seguito, anche per il caso in cui si debba provvedere alla completa costruzione del trasformatore.

Modifiche al trasformatore di alimentazione Stancor P-8158

Si tolgono le quattro viti di bloccaggio del trasformatore e si sfilano, con molta attenzione, i lamierini che ne costituiscono il pacco lamellare. Si toglie anche la bandella di rame.

Dopo aver tolta la protezione esterna in nastro adesivo, si svolge la carta di protezione esterna.

Il primo avvolgimento che si trova è quello di accensione dei filamenti. Si svolge questo avvolgimento, avendo cura di non danneggiare gli altri avvolgimenti, posti internamente. In sostituzione di questo avvolgimento si eseguirà un nuovo avvolgimento di filo smaltato, che quindi risulterà posto sopra gli avvolgimenti rimasti.

L'avvolgimento che si eseguirà deve essere dimensionato per sei oppure per dodici volt, a seconda della tensione della batteria disponibile a bordo dell'autoveicolo. Se l'avvolgimento è per 12 V si eseguirà su di esso una presa intermedia alla quale verrà collegato il circuito di accensione dei filamenti dei tubi, da utilizzare quando l'apparato funziona con alimentazione dalla rete.

Nel funzionamento con batteria, i filamenti del ricetrasmettitore verranno alimentati direttamente dalla tensione della batteria stessa. Si riduce in tal modo il carico sui contatti del vibratore.

Se la batteria di bordo è a 6 V, l'avvolgimento relativo all'alimentazione a vibratore dovrà venire eseguito con filo di rame smaltato di 1,6 mm di diametro. Invece nel caso di batteria a 12 V, l'avvolgimento verrà eseguito con filo di rame smaltato di 1,3 mm di diametro.

Come si è già detto, tanto nell'uno come nell'altro caso, l'avvolgimento avrà una presa intermedia, ad un punto opportuno, per fornire la tensione di accensione ai filamenti dei tubi. Questo nuovo avvolgimento è stato indicato schematicamente sul trasformatore T_1, nella figura 18.

Il nuovo avvolgimento verrà eseguito in due metà, dato che nel funzionamento con vibratore « ad onda intera » sono necessari due avvolgimenti distinti.

L'avvolgimento per 6 V consiste di due avvolgimenti distinti, ciascuno avente 14 spire di filo da 1,6 mm, smaltato. I due avvolgimenti verranno collegati in serie. I due terminali più vicini verranno collegati insieme e costituiranno la presa centrale (terminale B di T_1, figura 18).

La presa per filamenti a 6,3 V (terminale D di T_1, Fig. 18) verrà eseguita alla decima spira a partire dalla presa centrale (terminale B).

Gli avvolgimenti debbono essere eseguiti con la massima cura possibile. Dopo averli completati,

verranno protetti con carta « tritona » o cartoncino « presspan » e si provvederà al rimontaggio del trasformatore.

L'avvolgimento per 12 V consiste di due avvolgimenti separati, ciascuno avente 28 spire di filo di rame smaltato, di 1,3 mm di diametro. La presa per i filamenti, per il funzionamento su rete a corrente alternata, verrà eseguita in corrispondenza della tensione a 12,6 volt dell'avvolgimento, ossia alla ventesima spira a partire dal punto B (presa centrale). Pertanto, nel caso di alimentazione a vibratore prevista per batteria a 6 volt, i filamenti verranno alimentati tutti in parallelo, ossia a 6,3 V. Ciò vale anche quando l'alimentazione avviene dalla rete a corrente alternata. Nel caso di alimentazione a vibratore prevista per batteria a 12 V, i filamenti verranno collegati in serie-parallelo, per venire alimentati a 12,6 V.

Nella Fig. 18 sono rappresentati le due differenti connessioni della spina PL-2 per i due casi suddetti.

Prova dell'alimentatore Dopo aver modificato o costruito il trasformatore T_1, si monterà l'alimentatore seguendo lo schema elettrico riportato in figura 18.

Prima di collegare l'alimentatore al ricetrasmettitore , lo si proverà tanto con alimentazione primaria in corrente alternata quanto con alimentazione da batteria.

L'alta tensione dell'alimentatore deve sviluppare circa 250 V su un resistore di carico da 1600 Ω - 50 W, mentre su un resistore da 1 Ω - 10 W (equivalente al carico dei filamenti dei tubi) si deve misurare la tensione di 6,3 V.

Nella configurazione per alimentazione da batteria a 12 V, la tensone anodica deve risultare ancora di 250 V sullo stesso carico (1600 Ω - 50 W), mentre la tensione di filamento deve essere di 12 V su un carico di 2 Ω - 10 W.

Se si dovesse riscontrare che nel funzionamento a batteria le tensioni sviluppate dall'alimentatore sono maggiori di quelle relative al funzionamento in alternata, vuol dire che sono state avvolte troppe spire sul nuovo primario eseguito. In questo caso bisognerà smontare ancora una volta il trasformatore dall'apparato e bisognerà togliere una spira per ogni metà dell'avvolgimento primario. Con questa modifica si dovrà ottenere, nel funzonamento a batteria, un aumento della tensione anodica sviluppata dall'alimentatore, di circa il 10%.

Dopo aver constatato che le tensioni sviluppate dall'alimentatore sono corrette, si provvederà a completare il montaggio dell'alimentatore e dei circuiti di commutazione relativi.

3-4 Trasmettitore miniaturizzato a banda laterale unica per 14 MHz

Questo trasmettitore a banda laterale unica da 40 W di picco è stato progettato per fornire con minime dimensioni e minimo peso dell'apparato, la massima potenza di trasmissione.

Esso è stato costruito appositamente allo scopo di permettere ai radiodilettanti posti nelle località anche più distanti, di eseguire collegamenti in banda laterale unica.

Il trasmettitore è montato in una custodia unica e può essere facilmente trasportato con qualunque mezzo, dato che è di piccolissimo ingombro e peso. Con esso sono stati effettuati collegamenti dagli Stati Uniti d'America con Singapore, Canton, Isole Figi, ecc.

Il trasmettitore e l'alimentatore sono contenuti in una custodia di alluminio avente le dimensioni di cm 23×15×12,5. Il peso dell'apparato, completo, è risultato di circa 3 kg.

L'alimentazione, che nel proto-

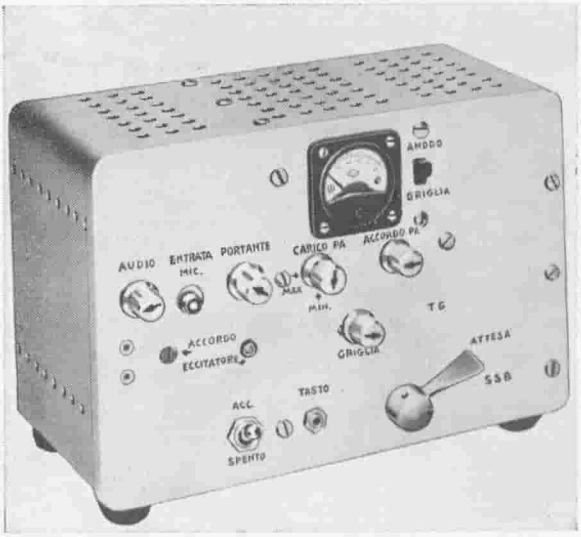


Figura 23.

TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA, DI DIMENSIONI ESTREMAMENTE RIDOTTE

In questo paragrafo viene descritto un trasmettitore completo a banda laterale unica, del tipo a filtro e funzionante su 14 MHz, capace di fornire una potenza di 40 W di picco. Il suo peso è di circa 3 kg e il suo volume è di circa 4 litri. In una unica custodia sono contenuti tutti gli organi del trasmettitore. Per le sue dimensioni e il suo peso così limitati, questo apparato è particolarmente adatto a servizio mobile o portatile. Nel prototipo realizzato, l'alimentazione avviene a tensione alternata a 115-230 V, ma il primario del trasformatore può venire adattato a qualunque altra tensione di rete disponibile. Nell'alimentatore anodico sono impiegati rettificatori al silicio. Lo stadio di potenza impiega un tubo 6524 come amplificatore lineare.

tipo era prevista per le due tensioni di 115 e 230 V, può essere adattata al valore di tensione di rete disponibile nella località di installazione dell'apparato.

Questo apparato è stato provato lungamente in condizioni di temperatura e umidità quanto mai gravose e tali prove hanno confermato la bontà del progetto e della costruzione dell'apparato. Inoltre, gli stessi criteri di progetto e di costruzione possono servire come guida per la realizzazione di apparati ancor più complessi.

Le regolazioni di accordo sono semplici e sono limitate alle più essenziali. Il trasmettitore rimane allineato senza dover effettuare operazioni di bilanciamento a radiofrequenza (che normalmente richiedono molto tempo) e senza dover eseguire messe a punto di

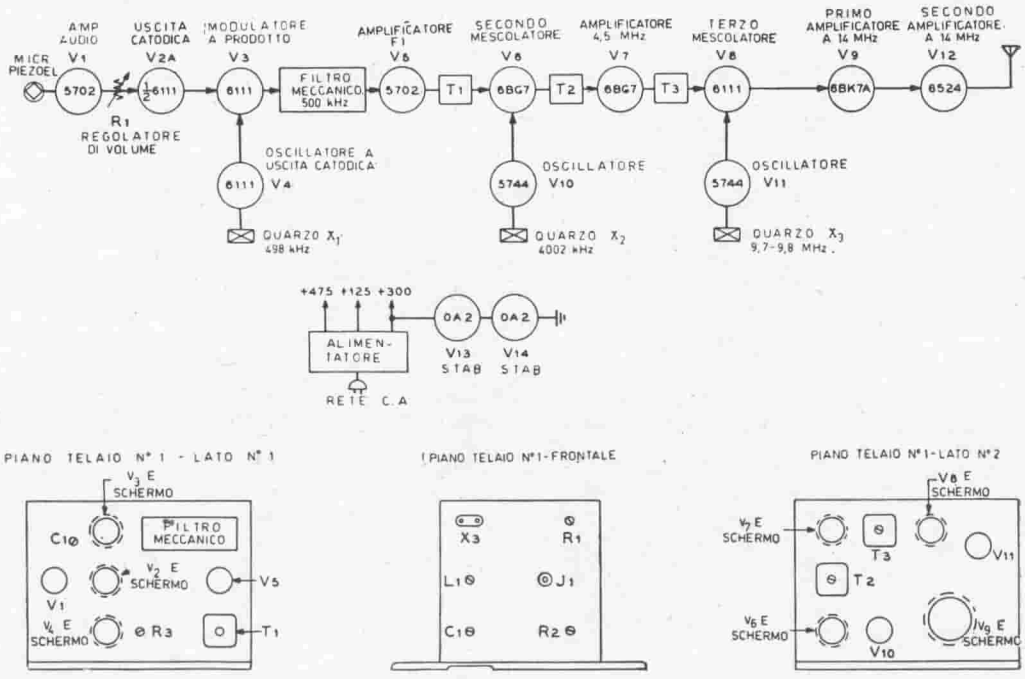


Figura 24.

SCHEMA A BLOCCHI E PIANO PER IL MONTAGGIO DEI COMPONENTI SUL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA, SU 14 MHz

In questo trasmettitore molto compatto sono impiegati quattordici tubi, compresi due tubi stabilizzatori di tensione. Per la generazione del segnale a banda laterale unica, sono usati un modulatore Crosby e un filtro meccanico Collins a 500 kHz. La prima conversione di frequenza avviene su 4 MHz e la seconda conversione su 14 MHz. Nella figura sono riportati i piani di montaggio dei principali componenti su tutte e due le fiancate e sul pannello frontale del telaio speciale.

circuiti di compensazione di fase ad audiofrequenza.

Il circuito del trasmettitore Nella Fig. 24 è riportato lo schema a blocchi del trasmettitore a banda laterale unica da 40 W di picco. In esso sono usati quattordici tubi, ivi compresi i due tubi stabilizzatori di tensione.

Per la generazione del segnale a banda laterale unica si è usato il metodo del filtro, impiegando un filtro mecanico Collins a 500 kHz, avente una banda passante di 3,1 kHz. Il segnale a banda laterale unica che viene ottenuto, viene fatto battere, successivamente, in due stadi mescolatori, in modo da portarlo alla frequenza di lavoro di 14 MHz.

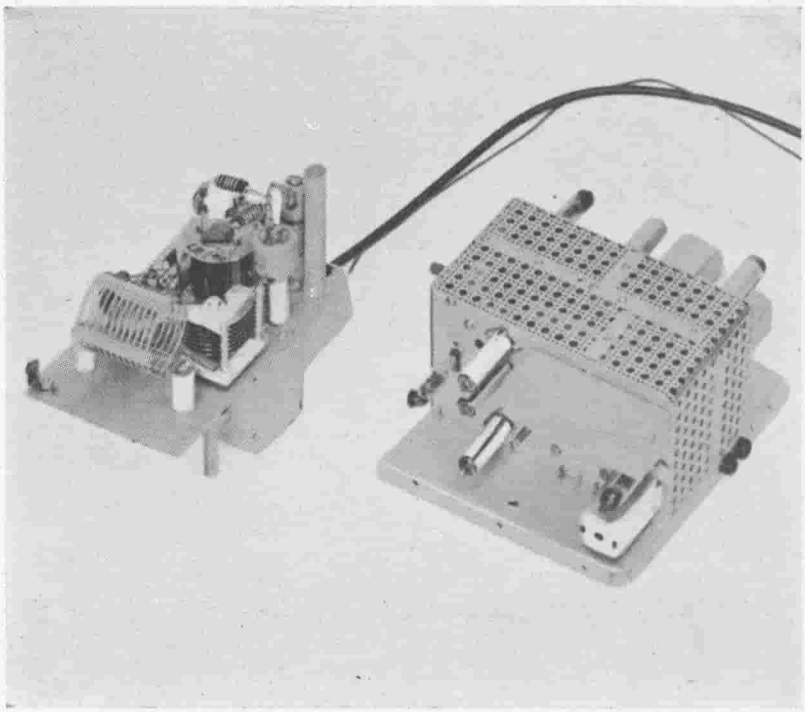


Figura 25.

I TELAI DELL'AMPLIFICATORE E DELL'ECCITATORE VISTI LATERALMENTE

Il telaio a sinistra è quello dell'amplificatore di potenza. In primo piano sono visibili la bobina di accordo anodico e il condensatore del circuito di carico di uscita. Si vede la fiancata N.° 1 dell'eccitatore. L'area compresa fra i due telai è protetta da una lamiera forata. Sul bordo destro del telaio sono visibili le due prese che disattivano il ricevitore. Gli angoli della base di montaggio sono arrotondati allo scopo di permettere un raccordo quanto più completo possibile con gli angoli arrotondati della custodia di alluminio.

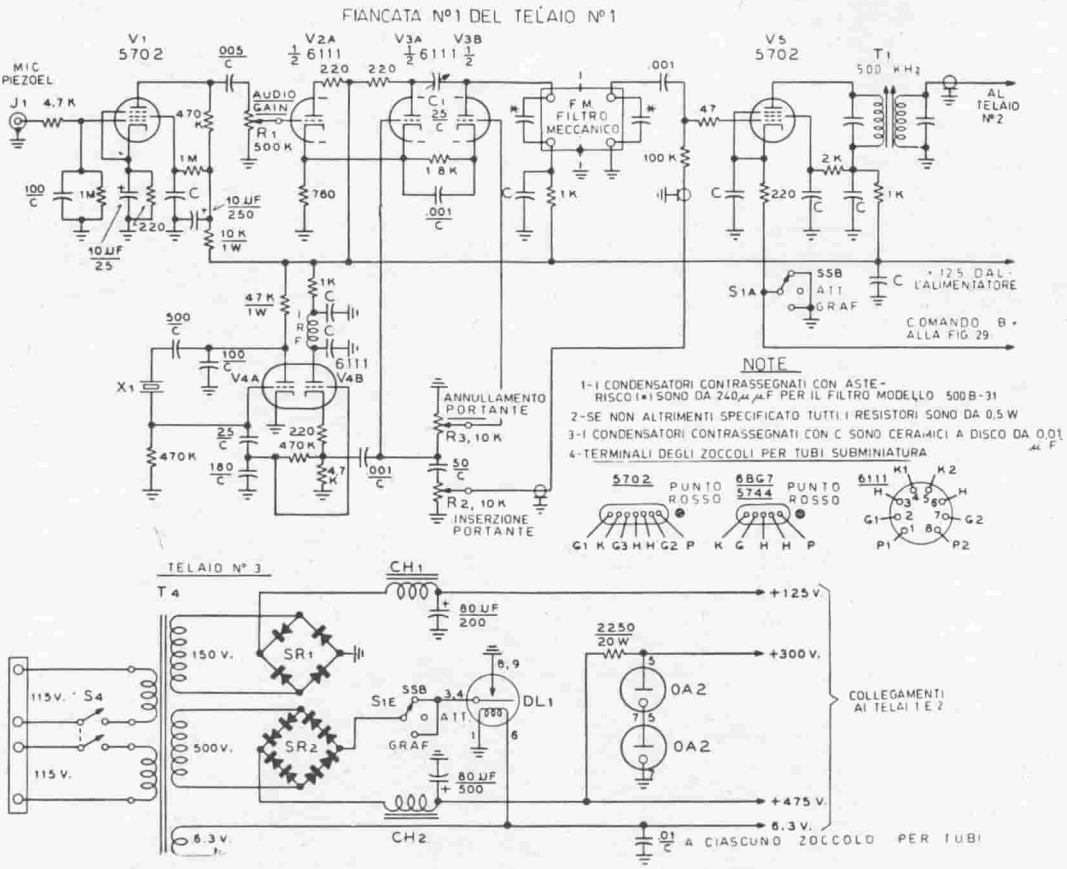


Figura 26.

SCHEMA ELETTRICO DELLA PARTE A BASSA FREQUENZA E ALIMENTATRICE DEL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA

DL_1 - Relè a ritardo. Tempo di ritardo 45 secondi - Normalmente aperto.

T_1 - Trasformatore miniatura a frequenza intermedia, a 455 kHz. Togliere alcune spire dagli avvolgimenti allo scopo di accordare i due circuiti su 500 kHz.

T_4 - Trasformatore di alimentazione.
Primario: 2 x 115 V (o altra tensione).
Secondari:
150 V - 125 mA
500 V - 125 mA
6,3 V - 4 A.

CH_1 - Impedenza filtro 2 H-O, 13 A.

CH_2 - Impedenza filtro 2 H-O, 13 A.

SR_1 - Quattro rettificatori al silicio 1N1084. Massima tensione inversa 280 V.

SR_2 - Otto rettificatori al silicio 1N1084 collegati a due a due in serie su ogni lato del ponte. Massima tensione inversa 280 V.

FM - Filtro meccanico Collins tipo 500B - 31. Frequenza centrale 500 kHz. Larghezza di banda passante 3,1 kHz.

X_1 - Quarzo a circa 498 kHz. La sua frequenza dovrà essere tale da porre l'oscillatore di onda portante in corrispondenza al punto di attenuazione a 20 db della curva del filtro meccanico. (Si consulti la curva allegata al filtro).

IRF - Impedenza a radiofrequenza miniatura da 2,5 mH (Millen J 300 - 2500).

S_1 - Vedasi la figura 29.

L'alta tensione di alimentazione anodica necessaria per il funzionamento del trasmettitore viene ottenuta mediante un alimentatore a duplicazione di tensione, con diodi rettificati al silicio.

Nelle Fig. 26 e 29 è riportato lo schema elettrico completo del trasmettitore.

Ogni qualvolta è stato possibile, sono stati usati tubi del tipo subminiatura, allo scopo di economizzare spazio.

Nella Fig. 26 sono illustrate le parti ad audiofrequenza e generatrice del segnale a banda laterale unica del trasmettitore. Il cuore della parte generatrice del segnale a banda laterale unica è costituito dallo stadio modulatore del tipo Crosby a triplo triodo (V_{2a} - V_{3a} - V_{2b}).

Il primo triodo serve come stadio ad audiofrequenza ad uscita catodica ed è pilotato dallo stadio con tubo V_1 subminiatura tipo

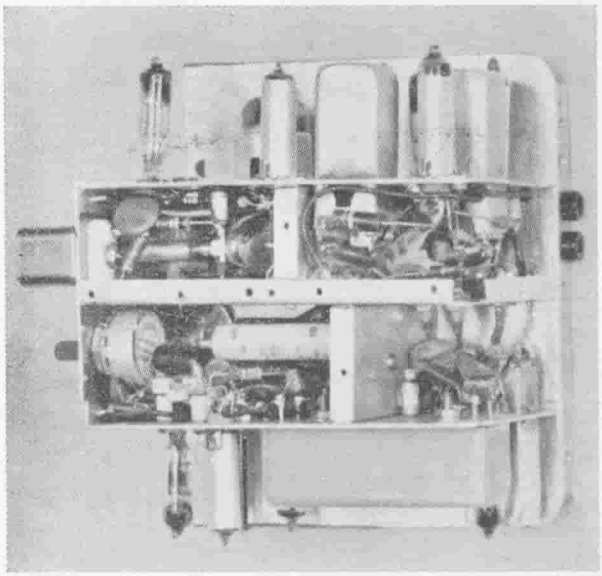


Figura 27.

LA PARTE A BASSA FREQUENZA DEL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA, VISTA DALL'INTERNO

Sul piano inferiore del telaio vi sono il filtro a 500 kHz e i componenti a bassa frequenza.I componenti più piccoli verranno montati direttamente fra i piedini degli zoccoli oppure fra questi e i capofili di piastrine isolanti miniatura. Uno schermo interno isola la parte a bassa frequenza dagli oscillatori di conversione e dagli stadi amplificatori a 4 MHz. Il quarzo X_3 per la conversione su « 20 metri » (14 MHz) sporge dal pannello frontale del trasmettitore (a sinistra). Si noti che i trasformatori sono montati incassati sotto il piano del telaio, allo scopo di limitare l'altezza totale a quella dei tubi subminiatura. Anche il tubo 6BK7A è montato incassato nel telaio. I collegamenti di alimentazione che passano attraverso le schermature fra i vari stadi vengono filtrati mediante condensatori ceramici a passante.

5702, con accoppiamento a resistenza-capacità. Anche il secondo triodo V_{3a} funziona ad uscita catodica ed è eccitato dallo stadio mescolatore-oscillatore V_{4a}-V_{4b}.

La tensione di uscita dello stadio ad uscita catodica viene sviluppata su un resistore catodico comune e viene iniettata nel catodo di un tubo mescolatore V_{3b} funzionante con griglia a massa.

Nel circuito anodico del tubo mescolatore si sviluppa un segnale modulato in ampiezza a doppia banda laterale.

La fase del segnale esistente sull'anodo del mescolatore V_{3b} è opposta a quella del segnale iniettato sulla griglia controllo del tubo. In seguito a ciò risulta possibile eliminare l'onda portante iniettando l'onda portante a radiofrequenza sulla griglia, tramite il potenziometro R_3 di anullamento dell'onda portante.

Per ottenere la massima eliminazione dell'onda portante, occorre che il condensatore C_1 venga regolato in modo da neutralizzare la capacità di accoppiamento, esistente fra gli stadi V_{3a} e V_{3b}.

Mediante una corretta regolazione dei valori di C_1 e di R_3 si può ottenere una attenuazione dell'onda portante maggiore di 40 db, riferita al massimo segnale a banda laterale unica, senza alcun pericolo di instabilità.

L'onda portante per il mescolatore viene generata a circa 498 kHz, che è la frequenza che corrisponde al « punto a 20 db di attenuazione » del filtro meccanico.

L'onda portante viene inviata al modulatore Crosby mediante lo stadio V_{4b} ad uscita catodica.

Ai terminali di uscita del filtro meccanico si forma un segnale a banda laterale unica con onda portante soppressa. Questo segnale viene amplificato da uno stadio (V_5) impiegante un pentodo tipo 5702, che a sua volta pilota uno stadio mescolatore (V_6) con tubo 6BG7 ad accoppiamento catodico.

Un oscillatore a quarzo (V_{10}), funzionante su 4002 kHz, fornisce la tensione di mescolazione necessaria per ottenere sul circuito di uscita del tubo mescolatore il segnale a banda laterale unica a 4,5 MHz. Due trasformatori (T_2 e T_3) a doppio circuito accordato servono per ottenere una adeguata soppressione dei segnali spurii sviluppati dal mescolatore.

Lo stadio amplificatore a radiofrequenza (V_7) con tubo 6BG7 collegato in « cascode » fornisce una ulteriore amplificazione del segnale.

A questo punto, il segnale viene mescolato in un secondo stadio mescolatore (V_8) ad accoppiamento catodico in modo da portarlo, per battimento, alla frequenza di 14 MHz, che è una delle bande riservate ai radiodilettanti.

L'oscillatore di mescolazione funziona nella banda da 9,7 a 9,8

MHz e impiega un triodo (V_{11}) tipo 5744 come oscillatore Pierce. Sul circuito accordato anodico del tubo mescolatore si sviluppa un segnale a banda laterale unica, alla frequenza di 14 MHz. Il livello di questo segnale è relativamente basso e, per elevarlo, viene impiegato un secondo amplificatore a radiofrequenza (V_9) con circuito cascode. Il livello del segnale, così amplificato, risulta tale da poter pilotare un amplificatore lineare impiegante un tetrodo funzionante in classe AB_1.

Il tubo amplificatore tipo 6524 della RCA, che è un doppio tetrodo a fascio, richiede un segnale di pilotaggio di soli 33 V di picco, per sviluppare una potenza di uscita di 50 W di picco. Per questa sua proprietà, tale tubo è stato da noi adottato come stadio amplificatore finale a radiofrequenza. Con le due sezioni del tubo collegate in parallelo e alimentando il tubo con una tensione anodica di circa 475 V, si possono ottenere potenze di circa 40 W di picco.

Per ottenere la massima stabilità di funzionamento dello stadio amplificatore e allo scopo di evitare che in esso si generino oscillazioni parassite, sono stati posti nei collegamenti di griglia e di anodo del tubo opportuni soppressori di oscillazioni parassite. Oltre a ciò si è attuata la neutralizzazione dello stadio.

Lo stadio amplificatore lineare alimenta un semplice circuito di uscita a π. Per ridurre l'ingombro è stato eliminato il condensatore variabile dal lato di uscita di questo circuito, sostituendolo con un commutatore che inserisce, al posto di esso, un numero variabile di condensatori fissi. Ossia, al variare della posizione del commu-

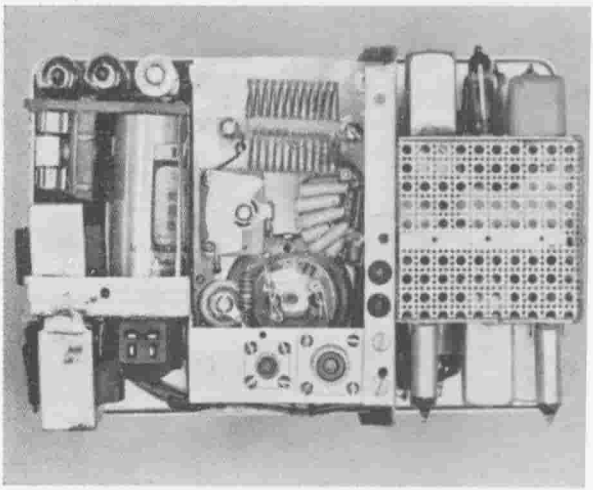


Figura 28.
IL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA MONTATO, VISTO POSTERIORMENTE

Le tre parti che compongono il trasmettitore sono fissate l'una all'altra e tutte insieme sono fissate al pannello frontale. A sinistra vi è la parte alimentatrice. La presa di corrente per l'alimentazione è in basso e a sinistra di essa vi sono le due impedenze filtro di alimentazione. Sopra le impedenze vi è la piastra con i rettificatori al silicio. Sulla parte più alta dell'alimentatore vi sono i due tubi stabilizzatori di tensione e il resistore di caduta. L'amplificatore lineare occupa la parte centrale dell'apparato. Le prese coassiali di antenna e di collegamento del ricevitore sono montate su un piccolo squadretto fissato fra le due parti esterne (alimentatrice e eccitatrice). Verso la parte alta del telaio è visibile la bobina anodica e il commutatore per la inserzione della capacità di carico di uscita (a destra). La parte di destra dell'apparato è l'eccitatore, illustrato dettagliatamente nella Fig. 27.

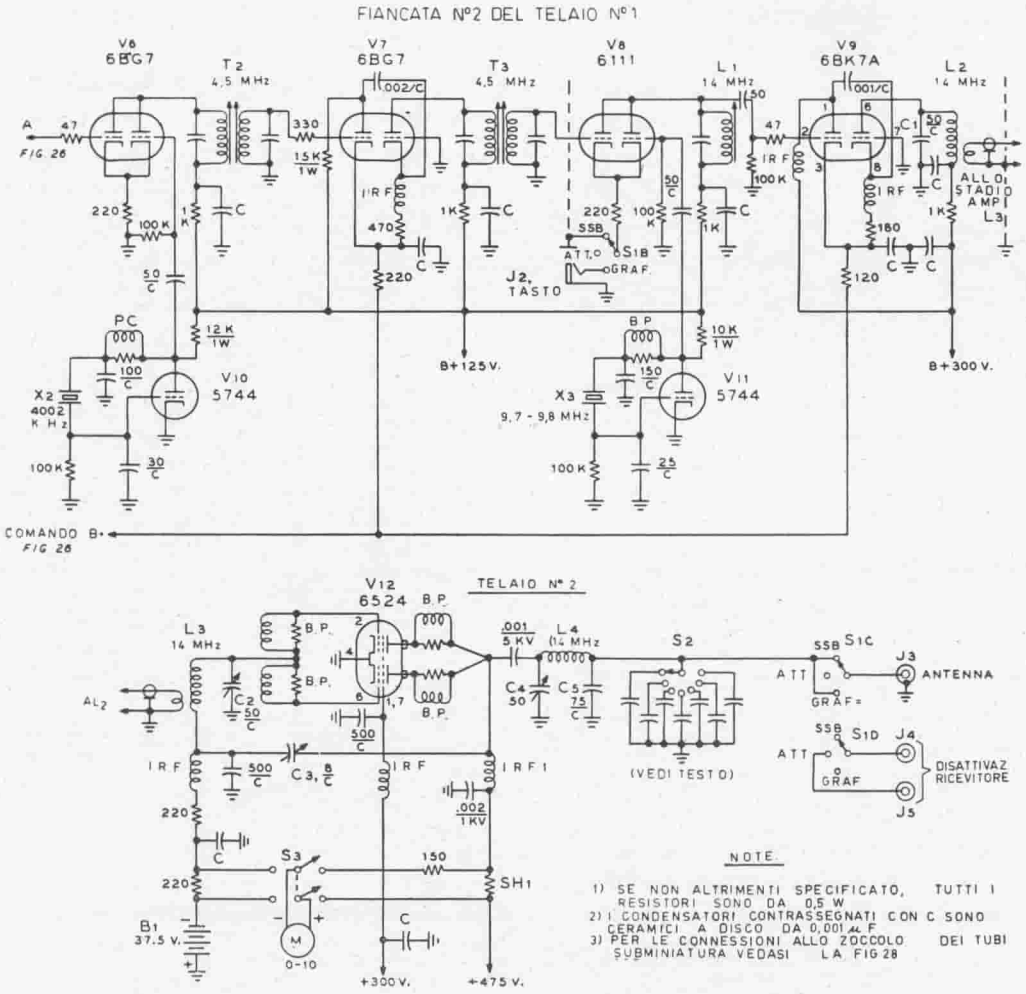


Figura 29.
LA PARTE ECCITATRICE DEL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA SU 14 MHz

T_2 - T_3 - Trasformatori di accoppiamento fra gli stadi a 4,5 MHz (J.W. Miller 6204).

L_1 - 20 spire filo smaltato ∅ 0,65 avvolte su un supporto ceramico con nucleo di regolazione. Diametro del supporto 12 mm. Altezza della bobina 9,5 mm.

L_2 - L_3 - 15 spire filo smaltato ∅ 1 avvolte su un supporto di polistirolo avente diametro 16 mm. Altezza della bobina 19 mm. Accoppiatore di 2 spire filo in cotone sterlingato.

L_4 - 12 spire filo smaltato ∅ 1,3. Diametro della bobina 30 mm. Altezza della bobina 38 mm.

C_1 - Compensatore ceramico da 50 μμF (Centralab 822 - AN).

C_2 - Condensatore variabile da 50 μμF.

C_3 - Condensatore variabile da 9 μμF.

C_4 - Condensatore variabile da 50 μμF.

C_5 - Condensatore fisso da 75 μμF. Il commutatore S_2 aggiunge, uno alla volta, sette condensatori da 33 μμF.

$S_1A \div E$ - Commutatore 5 vie - 3 posizioni.

S_2 - Commutatore a 7 posizioni con inserzione progressiva.

X_1 - Quarzo a 4002 kHz.

X_3 - Quarzo di ultima conversione. La sua frequenza deve essere uguale a quella di lavoro, meno 4,5 MHz.

B.P. - Bobina di blocco delle oscillazioni parassite, costituita da 6 spire filo smaltato ∅ 1,3 avvolte su un resistore da 52 Ω - 1 W.

IRF - Impedenze a radiofrequenza miniatura da 2,5 mH (Millen J 300-2500).

M - Milliamperometro a corrente continua da 10 mA fondo-scala.

B_1 - Batteria di polarizzazione da 37,5 V.

SH_1 - Derivatore da 100 Ω - 0,15 A.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza (Ohmite Z - 14).

tatore viene inserito un opportuno numero di condensatori fissi e ciò rende possibile far funzionare il trasmettitore adattandone il carico con una linea di trasmissione a 52 o 72 Ω, avente un rapporto di onde stazionarie anche maggiore di 2,5 a 1.

Il problema di ottenere la tensione continua di alimentazione anodica necessaria per il trasmettitore da un alimentatore che possa essere contenuto nel piccolo spazio disponibile dentro la custodia dell'apparato è stato risolto mediante l'impiego di un rettificatore a ponte, nel quale sono stati usati i nuovi diodi rettificatori al silicio. La caduta di tensione diretta in questi rettificatori è dell'ordine di 1,5 V e la loro resistenza inversa è estremamente alta. Date le piccolissime dimensioni di questi diodi rettificatori, se ne può montare un forte numero in uno spazio molto ridotto (Fig. 33).

Però, quando si usa questo tipo di rettificatori, bisogna avere cura di evitare qualsiasi sovraccarico, dovuto ad accidentali cortocircui-

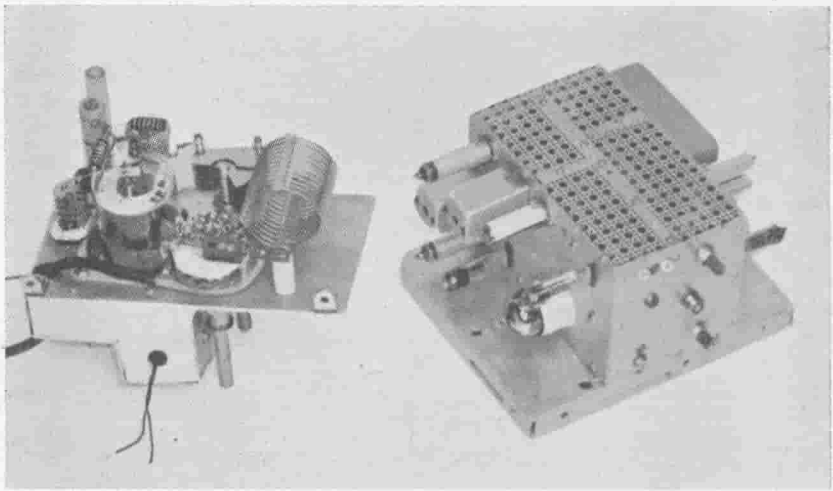


Figura 30.

L'AMPLIFICATORE LINEARE E L'ECCITATORE DEL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA

A sinistra vi è l'amplificatore lineare. Esso è costruito su una lastra di alluminio, con il circuito di griglia racchiuso da una piccola scatola di schermatura avente la forma a gradino. Il collegamento a bassa impedenza con l'eccitatore avviene mediante accoppiatori e cavo coassiale. Quest'ultimo entra nella scatola-schermo a gradino passando attraverso gommini. Il cavo coassiale di uscita passa attraverso un foro nel telaio, per andare al commutatore « Trasmissione - Ricezione ». Lo spazio a destra della scatola-schermo a gradino, che racchiude il circuito di griglia, è occupato dallo strumento e dal relè a ritardo. A destra vi è l'eccitatore. Sulla parete frontale del telaio dell'eccitatore vi sono i comandi principali azionabili dal pannello frontale. Nell'apparato, il telaio dell'eccitatore risulterà montato in posizione verticale. Lo zoccolo per il quarzo di ultima conversione è posto a sinistra in alto sulla parete frontale dell'eccitatore, vicino ai comandi.

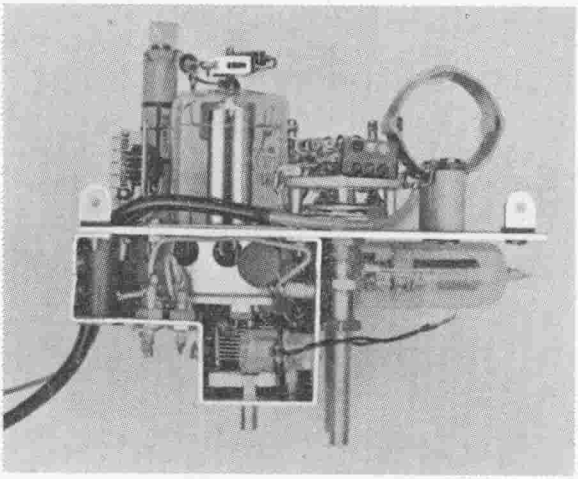


Figura 31.
L'INTERNO DEL COMPARTO DI GRIGLIA DELL'AMPLIFICATORE LINEARE

Il relè a ritardo è montato lateralmente alla scatola che contiene il circuito di griglia e occupa lo spazio compreso fra il circuito volano anodico e lo strumento posto sul pannello. Sotto lo zoccolo del tubo sono visibili la bobina di griglia e il condensatore di accordo. Il condensatore di neutralizzazione è stato realizzato eliminando la terza lamina ad un condensatore Johnson 30M8. Però in sostituzione di questo tipo di condensatore, si può adottare qualsiasi altro condensatore di neutralizzazione.

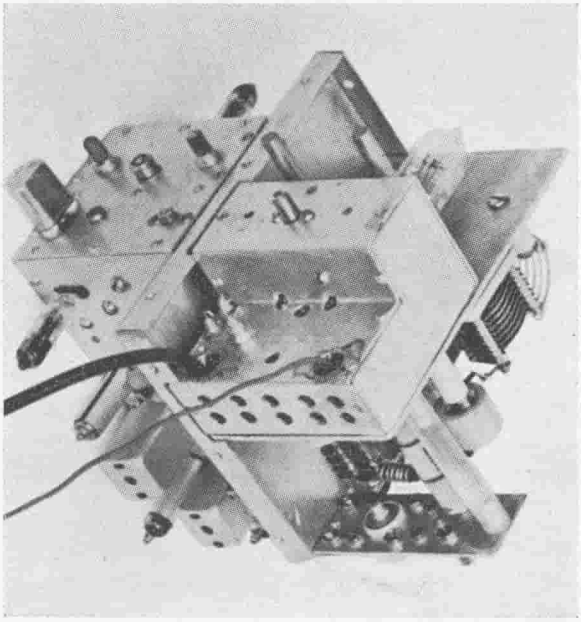


Figura 32.
LE PARTI A RADIOFREQUENZA DEL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA COMPLETAMENTE MONTATE

In questa fotografia sono visibili le due unità a radiofrequenza fissate l'una alla altra. Il telaio dell'alimentatore verrà posto nel vano libero esistente in alto, a destra. La batteria di polarizzazione verrà situata nello spazio libero esistente in basso alla unità centrale, mentre lo strumento che misura la corrente anodica occuperà lo spazio libero in alto, di fronte al relè a ritardo. Si confronti questa figura con la Fig. 23. (Questa fotografia è presa con la macchina posta a destra in alto rispetto al pannello frontale).

ti. Nei rettificatori al silicio i picchi di corrente sono molto pericolosi poichè la loro piccola massa, e quindi la loro piccola inerzia termica, può far salire istantaneamente la loro temperatura fino a farle raggiungere il valore al quale i diodi stessi vengono irrimediabilmente danneggiati. Questo aumento di temperatura può avvenire in un tempo di pochi microsecondi.

Per evitare di danneggiare i rettificatori, e quindi l'alimentatore, durante le operazioni di messa a punto del trasmettitore, sarà estremamente utile eseguire tale messa a punto servendosi di un alimentatore ausiliario.

Costruzione e montaggio del trasmettitore

Il trasmettitore è costituito da tre parti, che vengono tenute insieme fra loro mediante il pannello frontale comune. L'eccitatore (Fig. 27), l'amplificatore lineare (Fig. 31) e l'alimentatore (Fig. 33) sono appunto le tre parti costituenti l'apparato. Quando tutte e tre le parti sono raggruppate insieme, l'apparato assumerà l'aspetto illustrato in Fig. 32.

Nella Fig. 28 è riportata una vista posteriore del trasmettitore completo (ad eccezione della custodia).

Le varie parti che costituiscono l'apparato sono avvitate l'una all'altra e, tutte insieme, sono poi fissate al pannello frontale.

Siccome in un montaggio di questo tipo lo spazio costituisce un fattore di estrema importanza, ciascuna parte dell'apparato verrà montata singolarmente e sarà sagomata in modo da occupare lo spazio per essa disponibile. Pertanto la costruzione delle varie parti assumerà un aspetto alquanto particolare.

Nella Fig. 24 è riportato uno schizzo del telaio dell'eccitatore. Esso è costituito da due pareti laterali e da una base. Nell'apparato finito, la base verrà montata in posizione verticale (vedi Fig. 28).

La parete laterale N° 1 del telaio dell'eccitatore contiene la parte a bassa frequenza e l'eccitatore e il suo schema elettrico è riportato in Fig. 26.

Nelle Fig. 25 e 27 sono visibili le posizioni da dare ai principali componenti.

Il filtro meccanico è sistemato in alto a destra. I suoi circuiti di entrata e di uscita verranno schermati l'uno rispetto all'altro mediante uno schermo che passa attraverso la sezione mediana del filtro. Questo schermo appoggia anche contro la parete laterale N° 1, come può essere visto dalla Fig. 27.

I collegamenti che portano l'alimentazione all'eccitatore passano attraverso condensatori ceramici a passante Centralab tipo FT da 0,001 μF. Lo stesso tipo di condensatori viene adottato tutte le volte che in questo apparato un collegamento di alimentazione passa attraverso uno schermo posto fra due stadi.

Si noti che il trasformatore di accoppiamento T_1 è montato in modo che una parte di esso sporga sotto il telaio, allo scopo di tenere la sua altezza allineata con quella dei tubi subminiatura.

Tutti i componenti che vanno

posti su questa parete del telaio vanno montati prima di unire il telaio alla base.

La parete laterale N° 2 del telaio dell'eccitatore risulta solidale con la base e con la parete laterale N° 1 mediante una piastra di testa e uno schermo posto fra gli stadi.

Lo zoccolo del tubo 6BK7A e i trasformatori T_2 e T_3 sono anche essi montati in modo che il tubo e i trasformatori sporgano sotto il telaio, allo scopo di tenere la loro altezza allineata con quella dei tubi subminiatura.

I componenti posti sulla parete laterale N° 2 vanno montati e collegati prima di unire tale parete laterale con la base.

La base non contiene alcun collegamento, fatta eccezione dei collegamenti che vanno alle prese J_1 e J_2 attraverso le quali viene bloccato il funzionamento del ricevitore.

Il telaio N° 2 dell'amplificatore occupa la parte centrale del trasmettitore ed è visibile nelle figure 23, 25 e 30. Lo zoccolo del tubo e i principali componenti verranno montati su una lastra piana, mentre i componenti del circuito di griglia verranno racchiusi dentro una scatola a forma di « gradino ». Questa scatola-schermo è chiaramente visibile nella Fig. 32.

Lo spazio disponibile nel gradino è occupato dal commutatore S_1 che esegue la commutazione dell'apparato su « Trasmissione a banda laterale unica » (SSB) — Attesa (Att.) — oppure su Telegrafia (Graf.). Detto commutatore è montato sul pannello, in posizione tale che i suoi contatti risultino più vicini possibile ai componenti del circuito di griglia dello stadio amplificatore.

I collegamenti più importanti che vanno al commutatore S_1 at-

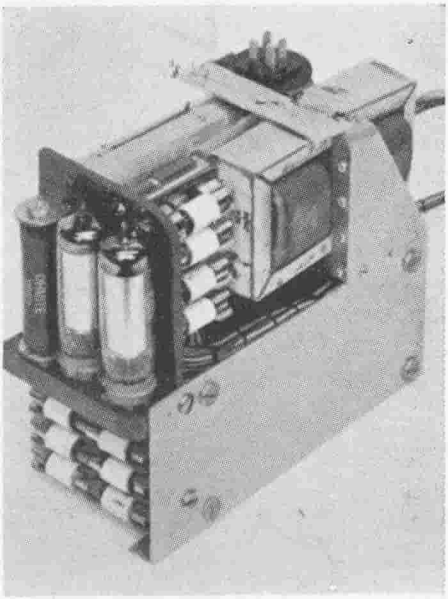


Figura 33.
L'ALIMENTATORE IMPIEGA DIODI AL SILICIO E COMPLETA IL TRASMETTITORE A BANDA LATERALE UNICA

L'impiego di diodi rettificatori al silicio consente di montare l'alimentatore in un volume estremamente ridotto. I rettificatori sono montati su portafusibili fissati ad una lastra di carta bakelizzata. Il trasformatore di alimentazione occupa la parte superiore dell'unità ed è fissato alla struttura di alluminio mediante le quattro viti visibili in primo piano. In questa fotografia è visibile in alto, a destra, la presa di alimentazione, con le due impedenze filtro montate l'una opposta all'altra. In primo piano sono ben visibili i due tubi stabilizzatori di tensione e il resistore di caduta.

traversano la scatola-schermo del circuito di griglia passando attraverso condensatori ceramici a passante, montati su una fiancata della scatola stessa. Anche il cavo coassiale per l'uscita a radiofrequenza e il cavo che porta la tensione di polarizzazione negativa di griglia passano attraverso questa scatola-schermo. Tali collegamenti sono visibili nella figura 32.

La figura 31 riproduce la fotografia della parte interna del telaio dell'amplificatore. La bobina di griglia L_3 è fissata su un isolatore in polistirolo ed è montata su una fiancata della scatola-schermo.

Il condensatore di neutralizzazione C_3 è posto su una piccola lastra di polistirolo situata vicino al tubo amplificatore 6524.

La impedenza a radiofrequenza dell'anodo è posta vicino a C_3 e il condensatore di blocco anodico da 5 kV è sostenuto con un reoforo dall'estremità della impedenza a radiofrequenza e con l'altro reoforo dallo statore del condensatore variabile C_4 di accordo anodico.

La bobina anodica L_4 occupa l'estremità opposta del telaio. Il commutatore S_2 del circuito di uscita a π è posto vicino al condensatore di accordo e i vari condensatori di compensazione sono direttamente saldati sulla piastrina del commutatore.

Il telaio N° 3 serve per l'alimentatore. Esso viene fissato al pannello frontale. Il peso dell'alimentatore è sostenuto da una lastra di metallo la quale a sua volta verrà fissata con viti alla parete posteriore della custodia, dopo che sia stato effettuato tutto il montaggio dell'apparato.

I componenti più piccoli dell'alimentatore sono montati su una striscia di carta bakelizzata la quale a sua volta è fissata alle strutture di alluminio del telaio.

I rettificatori al silicio vengono fissati mediante portafusibili montati sulla striscia di carta bakelizzata e sono montati in modo da avere la massima aereazione possibile.

La presa per l'alimentazione del primario è situata posteriormente nel telaio dell'alimentatore ed è accessibile dall'esterno della custodia attraverso un foro eseguito nella custodia stessa del trasmettitore.

Il relé a ritardo DL-1 è montato su una fiancata del telaio dell'amplificatore, alla maniera visibile in figura 31. La piccola batteria che fornisce la tensione di polarizzazione per lo stadio amplificatore è situata vicino al relè.

Montaggio del trasmettitore È di importanza fondamentale che attraverso il filtro meccanico non passi alcun segnale a bassa frequenza, dato che un accoppiamento parassita danneggerebbe la qualità del segnale a banda laterale unica e

pregiudicherebbe in gran parte la soppressione dell'onda portante.

I collegamenti di alimentazione dovranno avere, verso massa, opportune capacità di fuga, che saranno costituite da condensatori ceramici a passante, posti su tutti gli schermi.

Alcuni stadi (V_{4b}, V_2, V_3, V_7 e V_8) sono del tipo a « catodo caldo » nel quale cioè sul catodo si ha tensione a radiofrequenza. Con questo tipo di stadi è necessario porre sul circuito di alimentazione dei filamenti opportuni condensatori di fuga, allo scopo di evitare che, attraverso i collegamenti di alimentazione dei filamenti, si abbiano accoppiamenti parassiti fra gli stadi stessi. Questi condensatori di fuga verranno posti direttamente sui piedini degli zoccoli dei tubi, al doppio scopo di evitare di occupare spazio e di tenere i loro reofori i più corti e diritti possibile.

La bobina L_1 (che è la bobina di anodo del mescolatore a 14 MHz) sarà montata dentro il telaio, su un piccolo squadretto, e il suo nucleo di regolazione verrà saldato ad un alberino comandabile dal pannello frontale, allo scopo di consentire la regolazione della sua induttanza mediante una manopola.

Prima di applicare l'alimentazione al trasmettitore si debbono controllare tutti i collegamenti, per accertare che non ve ne siano di interrotti o in cortocircuito e che non vi siano errori di collegamento o masse accidentali.

Controllo del trasmettitore Prima di montare il trasmettitore dentro la custodia, se ne debbono controllare separatamente le varie parti che lo compongono.

Si consiglia, come si è detto, di usare inizialmente un alimentatore ausiliario.

Si inizierà il controllo della parte eccitatrice. Si applicherà nella presa per microfono J_1 un segnale ad audiofrequenza di 1 kHz, avente un basso contenuto di armoniche. Il potenziometro R_2 di « inserzione della portante » verrà posto a zero (col cursore verso il terminale di massa).

Si collega il punto A di Fig. 26 con il terminale di antenna di un radioricevitore che sia in grado di ricevere la frequenza di 500 kHz.

Prima di applicare il segnale ad audiofrequenza, si debbono regolare il potenziometro R_3 di « annullamento della portante » e il condensatore di neutralizzazione C_1 in modo da ottenere il minimo segnale proveniente dall'oscillatore a quarzo funzionante su 498 kHz. Man mano che si ruota nel senso orario il potenziomento di volume ad audiofrequenza si dovrà sentire nel ricevitore un segnale non modulato. La frequenza

dell'onda portante di questo segnale sarà uguale alla frequenza del quarzo più la frequenza del segnale audio (ossia, un segnale audio a 2 kHz produrrà un'onda portante a 500 kHz).

L'onda portante potrà essere osservata su un oscilloscopio e si varieranno il livello del segnale ad audiofrequenza e la regolazione di annullamento dell'onda portante in modo da ridurre al minimo la modulazione residua (ondulazione) esistente sull'onda portante.

Si inseriscono nei rispettivi zoccoli il quarzo X_2 di conversione e i tubi V_6, V_7, V_8 e V_{10}. Sintonizzando il ricevitore su 4,5 MHz, lo si accoppia con il secondario di T_3. Si possono così tarare i trasformatori T_1, T_2 e T_3 in modo da ottenere il massimo livello di segnale su 4,5 MHz.

Se l'oscilloscopio è a banda larga, come ad esempio lo Heathkit 0-11, il segnale potrà essere osservato direttamente e si potrà regolare il livello ad audiofrequenza in modo da ottenere la minima modulazione dell'onda portante.

Quando il segnale a 4,5 MHz viene ascoltato su un ricevitore, il segnale stesso dovrà risultare come un'onda portante pura, avente una piccolissima modulazione, che può anche mancare del tutto.

Regolando verso il minimo il potenziometro R_1 regolatore di volume ad audiofrequenza, si dovrà riscontrare che il segnale gradualmente diminuisce, fino a scomparire totalmente.

Figura 34.

RICEVITORE E TRASMETTITORE IN DUPLEX SULLA BANDA DEI 220 MHz

La larghezza della banda a 220 MHz consente il collegamento simultaneo in duplex fra due stazioni distanti fra loro. Questo apparato così composto costituisce un completo « ponte radio » a 220 MHz. Il trasmettitore, pilotato a quarzo, funziona su 224,6 MHz, mentre il ricevitore funziona su 220,1 MHz. Il segnale generato dal trasmettitore agisce da oscillatore locale per la generazione della frequenza intermedia a 4,5 MHz del ricevitore. Tutta la stazione è contenuta in un'unica custodia in ferro. A sinistra è posta la sezione trasmittente della stazione, il cui quarzo sporge rispetto al pannello frontale, così da poter essere facilmente sostituito. La sezione ricevente della stazione è a destra. L'alimentatore occupa la parte in basso della custodia. Il trasmettitore può essere modulato ad una frequenza fissa, per collegamenti in telegrafia modulata.

Dopo aver ottenuto sulla frequenza di 4,5 MHz un funzionamento soddisfacente, si inseriscono nei loro zoccoli il quarzo X_3 e i tubi V_9 e V_{11}. Si accorda il condensatore C_1 (Fig. 29) per il massimo segnale a banda laterale unica nella banda dei 14 MHz.

I trasformatori di accoppiamento fra gli stadi vanno accordati per il massimo segnale a banda laterale unica ottenuto sul ricevitore, che funziona così come strumento di controllo.

La modulazione a voce del trasmettitore dovrà risultare chiara e nitida.

A scopo di controllo si può inserire l'onda portante ruotando nel senso orario l'alberino del potenziometro R_2.

A questo punto occorre controllare il funzionamento dello stadio amplificatore lineare. Si applicherà al tubo 6524 la tensione di polarizzazione negativa di griglia e si pone il commutatore S_3 nella posizione corrispondente alla misura della corrente di griglia dell'amplificatore. Con onda portante completamente inserita, si dovrà riscontrare sullo stadio finale una corrente di griglia di uno o due milliampere.

A questo punto si provvede alla neutralizzazione dello stadio, mediante la regolazione del condensatore C_3. Questa regolazione va effettuata in modo da ottenere la minima fluttuazione della corrente di griglia quando la frequenza di accordo del circuito anodico viene fatta variare nei dintorni della frequenza del segnale di eccitazione.

Ora si inserisce un carico fittizio alla presa di antenna J_3 e si accorda lo stadio amplificatore alla maniera solita.

(*Avvertenze*: 1) Accertarsi che la tensione anodica sia sempre applicata al tubo quando ad esso viene applicata l'eccitazione. In caso contrario avviene che la corrente di griglia schermo assume un valora tale da danneggiare il tubo.

2) Quando si deve togliere la tensione anodica allo stadio, bisogna sempre togliere anche la tensione alla griglia schermo).

Con onda portante anullata, la corrente anodica dell'amplificatore lineare dovrà risultare di circa 20 mA; invece deve salire a circa 100 mA in corrispondenza ai picchi di modulazione. In queste condizioni non si deve misurare alcuna corrente di griglia nell'amplificatore.

3-5 Ricevitore e trasmettitore in duplex su 220 MHz

Il funzionamento in duplex è ammesso sulla banda dilettantistica a 220 MHz e tale tipo di funzionamento offre l'interessante possibilità di realizzare un nuovo

e originale tipo di apparecchiatura.

Per un funzionamento in duplex sono necessari due coppie di trasmettitori e ricevitori, ogni coppia funzionante su un canale la cui frequenza sia sufficientemente distante dalla frequenza dell'altro canale, in modo da non creare interferenze fra i due canali. Per chiarire meglio questo concetto si consideri che, mentre su un canale funziona il trasmettitore del posto A e il ricevitore del posto B, sull'altro canale funziona il trasmettitore del posto B e il ricevitore del posto A.

Siccome nel funzionamento in duplex la trasmissione e la ricezione sono contemporanee, occor-

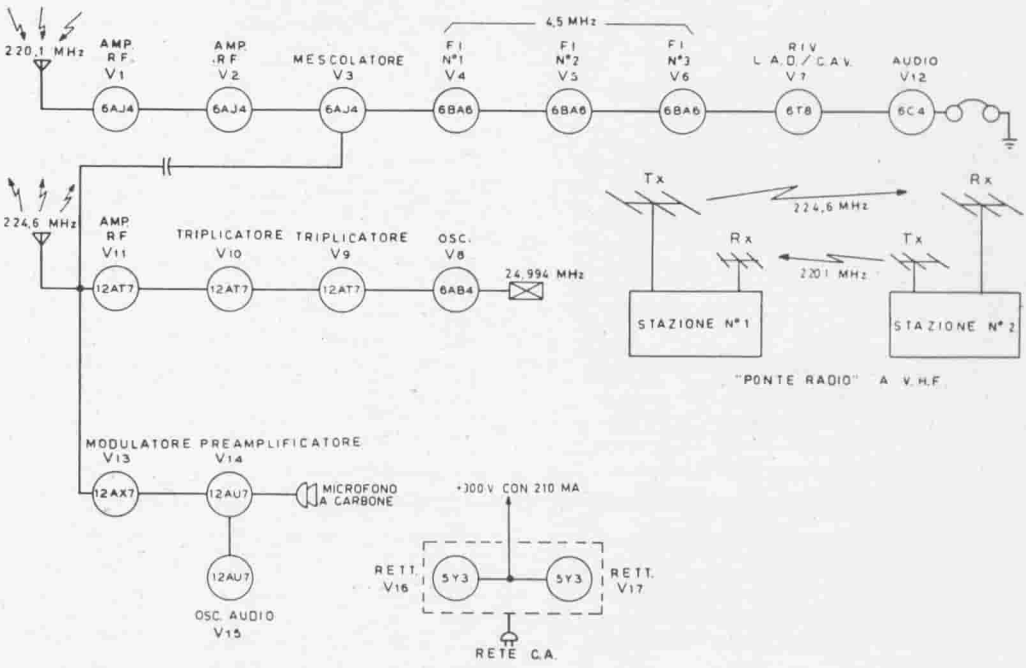


Figura 35.

SCHEMA A BLOCCHI DEL TRASMETTITORE E RICEVITORE SU 220 MHz

In questa stazione a V.H.F. sono impiegati diciasette tubi. Il ricevitore comprende due stadi amplificatori a radiofrequenza con griglia a massa, che gli conferiscono una grande sensibilità. La tensione di iniezione per lo stadio mescolatore è fornita dallo stesso trasmettitore. Tre stadi amplificatori a frequenza intermedia, a 4,5 MHz, conferiscono al ricevitore una adeguata selettività, oltre a dare una sensibilità molto alta. Il trasmettitore è controllato a quarzo, mediante moltiplicazione per nove della frequenza generata dal quarzo, funzionante su 25 MHz. Il trasmettitore è modulato sull'anodo. L'alimentatore sviluppa una tensione di 300 V, con una corrente di 210 mA. L'assorbimento di corrente anodica del trasmettitore è di 80 mA e quello del ricevitore è di 75 mA. Il modulatore assorbe circa 45 mA, quando fornisce il massimo segnale ad audiofrequenza (modulazione al 100%). L'amplicatore ad audiofrequenza è progettato in modo da fornire la massima uscita con un microfono a carbone di tipo telefonico.

re che le frequenze di trasmissione e di ricezione siano così distanti fra loro, da rendere il ricevitore di un posto insensibile al segnale irradiato dal trasmettitore dello stesso posto.

La larghezza della banda dilettantistica a 220 MHz permette di porre un canale verso il limite a frequenza più bassa di tale banda, mentre l'altro canale verrà posto verso il limite a frequenza più alta della banda stessa. In tal modo la differenza di frequenza fra i due canali potrà essere tale da evitare che fra essi si abbiano interferenze eccessive.

Nella Fig. 35 è riportato lo schema a blocchi di un ricevitore e trasmettitore, costituenti una delle due stazioni, per il funzionamento in duplex. La frequenza di trasmissione della stazione è stata scelta su 224,6 MHz, mentre la frequenza di ricezione della stazione stessa è stata posta su 220,1 MHz. La differenza fra la frequenza di trasmissione e quella di ricezione risulta pertanto di 4,5 MHz.

Nella stazione corrispondente, ossia nell'altro posto, la frequenza di trasmissione dovrà essere di 220,1 MHz e quella di ricezione, di 224,6 MHz.

Ognuna delle due stazioni corrispondenti è contenuta entro una unica custodia, e impiega un unico alimentatore.

Logicamente, per la trasmissione e la ricezione si useranno due antenne differenti.

Il risultato che si ottiene con questo tipo di collegamento è analogo a quello che si ha nei collegamenti telefonici, in quanto si ha la contemporanea trasmissione e ricezione da parte di entrambi i corrispondenti.

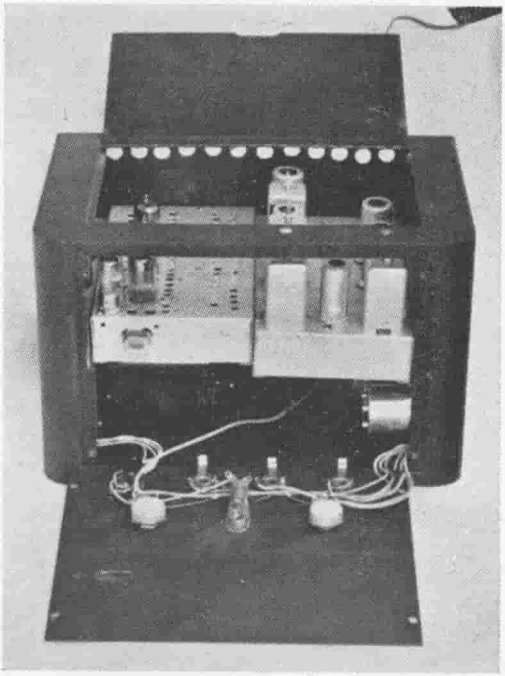


Figura 36.
RIBALTANDO IL PANNELLO FRONTALE SI VEDE LA SISTEMAZIONE DEL TELAIO A RADIOFREQUENZA

Le parti trasmittente e ricevente della stazione sono fissate l'una all'altra in modo da formare un blocco unico che viene posto sopra il trasformatore di alimentazione e sul telaio del modulatore. Il telaio dell'alimentatore è fissato alla fiancata laterale sinistra della custodia della stazione. Il telaio del modulatore è fissato allo stesso modo, ma sulla fiancata laterale destra della custodia. Sulla parete posteriore della custodia, in alto, è eseguita una serie di fori attraverso i quali esce l'aria di raffreddamento.

Il circuito del trasmettitore-ricevitore in duplex

Nelle Figg. 37 e 38 sono riportati gli schemi elettrici del trasmettitore - ricevitore in duplex. La parte ricevente impiega otto tubi, in circuito supereterodina, avente due stadi amplificatori a radiofrequenza con griglia a massa.

La frequenza intermedia del ricevitore è di 4,5 MHz. Il ricevitore ha tre stadi amplificatori a frequenza intermedia.

Siccome la differenza fra le frequenze dei due canali è di 4,5 MHz, è possibile impiegare il segnale fornito dal trasmettitore come frequenza di iniezione (di oscillazione locale) per il ricevitore.

Pertanto, scegliendo opportunamente i quarzi dei trasmettitori dei due corrispondenti (ossia delle due stazioni che si debbono collegare fra loro), si possono porre le due frequenze di trasmissione sui valori più opportuni e con ciò rimangono automaticamente fissate le due frequenze di ricezione. In conseguenza di quanto sopra, non è necessario alcun comando di sintonia per il ricevitore. In altri termini, la frequenza di trasmissione di ciascun posto determina la frequenza di ricezione del posto stesso.

Nel ricevitore, come stadi amplificatori a radiofrequenza con griglia a massa, sono usati due tubi 6AJ4. Il guadagno per stadio è relativamente basso, ma è sufficiente a superare il livello di disturbo del tubo mescolatore (V_3).

L'energia a radiofrequenza proveniente dal trasmettitore di un determinato posto fornisce, per il rispettivo ricevitore, la tensione di iniezione necessaria per lo stadio di conversione di frequenza.

Il treno amplificatore a frequenza intermedia del ricevitore comprende tre stadi amplificatori a 4,5 MHz, con tubi 6BA6. Tutti e tre tali stadi sono sottoposti all'azione del controllo automatico di volume.

Come diodo rivelatore, rettificatore per il controllo automatico di volume, limitatore di disturbo e come primo stadio amplificatore ad audiofrequenza, si è usato un tubo multiplo tipo 6T8.

La sezione trasmittente della stazione è montata su un telaio separato.

Nella sezione trasmittente vi è un oscillatore con triodo 6AB4 (V_8), funzionante su 24,994 MHz. Il circuito anodico di questo stadio è con variabile a statore suddiviso, in modo così da ottenere un pilotaggio in controfase per un tubo 12AT7 triplicatore di frequenza in controfase. A sua volta questo stadio pilota un secondo stadio triplicatore di frequenza in controfase, utilizzante un tubo 12AT7.

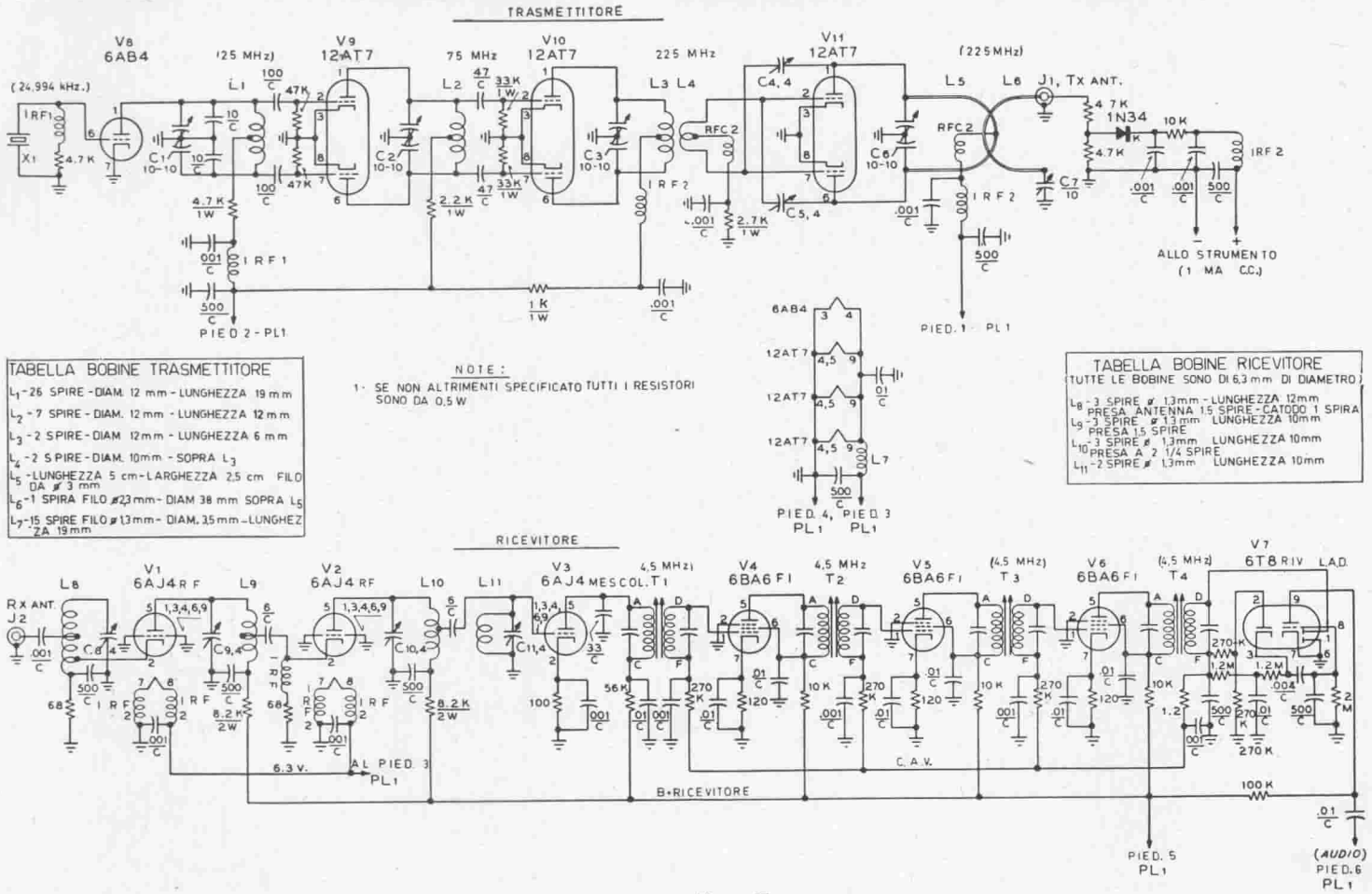


Figura 37.
SCHEMA ELETTRICO DELLA PARETE A RADIOFREQUENZA DEL TRASMETTITORE E RICEVITORE

SEZIONE TRASMETTITORE

C_1 - C_2 - C_3 - C_6 - Condensatori variabili da 10 + 10 μμF.
C_4 - C_5 - Condensatori di neutralizzazione da 4 μμF.
C_7 - Condensatori di accordo da 10 μμF.
IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza (Ohmite Z-28).
IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza (Ohmite Z-235).
X_1 - Quarzo da 24,944 kHz.

SEZIONE RICEVITORE

C_8 - C_9 - C_{10} - C_{11} - Condensatori variabili da 4 μμF.
IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza (Ohmite Z-235).
$T_1 \div T_4$ - Trasformatore di accoppiamento intervalvolare a frequenza intermedia (4,5 MHz) (J.W. Miller 1466).
PL_1 - Presa a 6 contatti.

Tutti gli stadi sono accoppiati a capacità.

Come amplificatore neutralizzato su 224,6 MHz si è usato un terzo tubo 12AT7 (V_{11}), collegato anche esso in controfase. Il circuito anodico di questo stadio è costituito da un'ansa accordata da un condensatore variabile C_6 miniatura a farfalla.

Fra lo stadio pilota (V_{10}) e lo stadio amplificatore V_{11} è impiegato l'accoppiamento induttivo. Anche il circuito di antenna è accoppia-

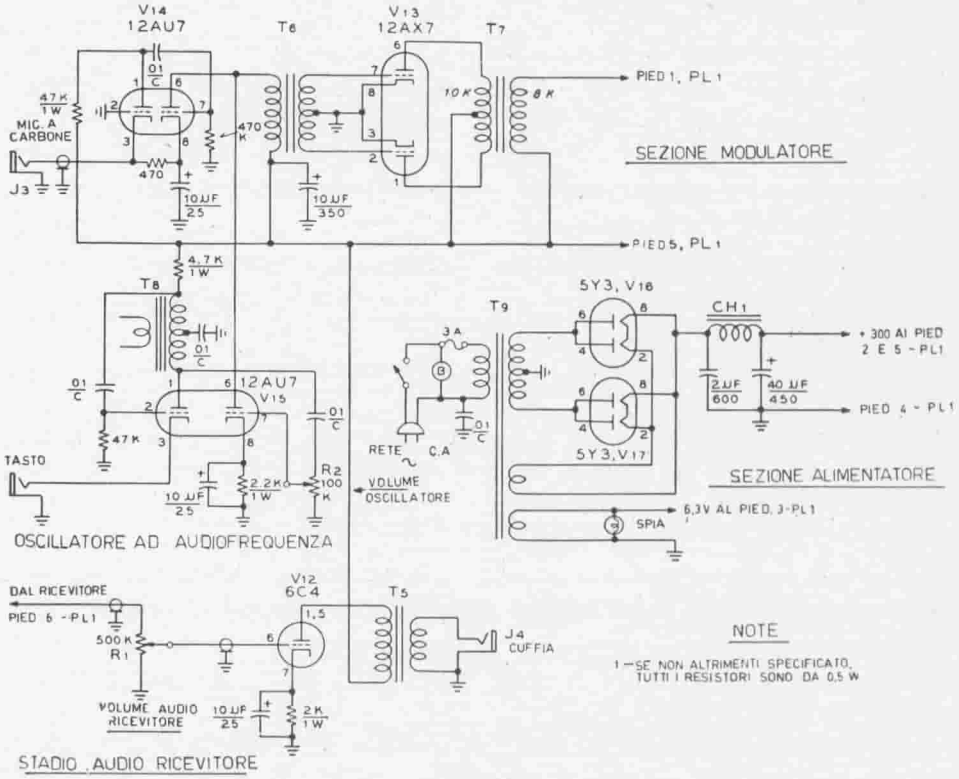


Figura 38.
SCHEMA ELETTRICO DELLE SEZIONI A AUDIOFREQUENZA E ALIMENTATRICE DEL TRASMETTITORE-RICEVITORE

T_5 - T_8 - Trasformatore di uscita.
Primario 10 kΩ.
Secondario 4 Ω.

T_6 - Trasformatore di accoppiamento per controfase.
Primario 10 kΩ.
Secondario 10 kΩ con presa centrale.

T_7 - Trasformatore di modulazione.
Primario 10 kΩ.
Secondario 8 kΩ.

T_9 - Trasformatore di alimentazione.
Primario adatto alla tensione disponibile.
Secondari: 360 + 360 V — 0,2 A
5 V — 6 A
6,3 V — 9 A

CH_1 - Impedenza filtro 2 H — 0,2 A

B - Piccolo motorino per ventola alimentato a tensione di rete.

to induttivamente allo stadio amplificatore. Allo scopo di eseguire con facilità gli accordi del trasmettitore, in quest'ultimo è inserito, nel circuito di antenna, un voltmetro a radiofrequenza, nel quale è utilizzato un diodo al germanio tipo 1N34.

Il modulatore del trasmettitore, l'oscillatore ad audiofrequenza e lo stadio amplificatore ad audiofrequenza del ricevitore sono montati su un altro telaio (Fig. 38).

Il modulatore impiega due tubi. Un tubo 12AU7 (V_{14}) funziona da preamplificatore per microfono, con i due stadi accoppiati a resistenza-capacità. Un tubo 12AX7 (V_{13}) funziona invece come stadio modulatore, in classe B.

L'amplificatore per microfono è progettato in modo da potersi accoppiare ad un microfono a carbone, del tipo telefonico.

Lo scopo dell'oscillatore ad audiofrequenza V_{15} con tubo 12AU7 consiste nel permettere il funzionamento del trasmettitore in telegrafia con onde persistenti modulate. Pertanto il trasmettitore può funzionare in fonia, in telegrafia non modulata e in telegrafia modulata. Per quest'ultimo tipo di funzionamento, l'oscillatore ad audiofrequenza può venire manipolato mediante un normale tasto.

Un altro telaio è adibito all'alimentatore. Nell'alimentatore vengono impiegati due tubi rettificatori tipo 5Y3, mediante i quali è possibile ottenere dall'alimentatore una tensione di 300 V con una corrente di 210 mA.

Siccome il trasmettitore e il ricevitore funzionano contemporaneamente, nella stazione non è previsto alcun commutatore per la posizione di « Attesa ».

Costruzione e montaggio

Tutta la stazione è contenuta dentro una custodia di ferro, avente le dimensioni di cm. $18 \times 30 \times 20$ (Figg. 34 e 36).

Le sezioni ricevente e trasmittente della stazione sono costruite ciascuna su un telaio di alluminio, avente le dimensioni di cm. $12{,}5 \times 20 \times 2{,}5$. Questi due telai verranno resi solidali l'uno all'altro, alla maniera illustrata in Figg. 39 e 40. Essi occupano la parte centrale della custodia.

L'alimentatore e il modulatore sono costruiti su due telai simili fra loro, che vengono poi fissati alle due pareti laterali della custodia, alla maniera indicata in Fig. 41. Gli angoli di questi ultimi telai sono arrotondati in modo da farli combaciare con gli angoli smussati della custodia.

I vari tubi sono montati in posizione verticale sulla fiancata superiore del telaio mentre i trasformatori sono montati sul piano verticale.

Sulla parete posteriore della custodia della stazione vi è un piccolo motore che aziona una ventola, che ha lo scopo di fornire una adeguata ventilazione all'apparato, indispensabile in caso di funzionamento prolungato.

I vari comandi sono fissati direttamente sul pannello frontale e sono collegati ai relativi circuiti, da essi regolati, mediante cavi flessibili.

Il piano contenente tutti i circuiti a radiofrequenza poggia sopra il trasformatore di alimentazione e il trasformatore di modulazione è fissato, mediante opportune viti metalliche, alla parete posteriore e al piano di fondo della custodia.

Il telaio del trasmettitore

Dalle Figg. 39 e 40 può essere rilevata la posizione da dare ai principali componenti sul telaio del trasmettitore.

Lo stadio oscillatore a quarzo è posto sul davanti del telaio, con il quarzo montato in posizione orizzontale, sì da poter sporgere fuori dal pannello frontale. Gli stadi moltiplicatori di frequenza sono disposti in fila. Lo stadio finale è perciò posto verso il retro

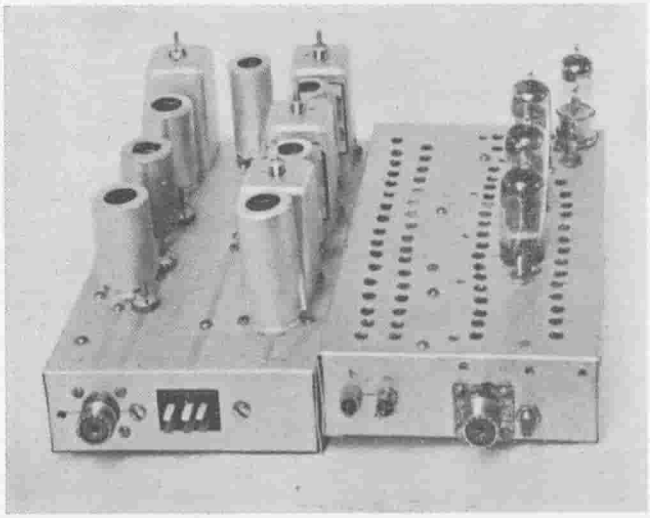


Figura 39.
I TELAI A RADIOFREQUENZA DEL TRASMETTITORE-RICEVITORE VISTI POSTERIORMENTE

Il telaio del ricevitore è a sinistra mentre quello del trasmettitore è a destra. I due telai sono fissati l'uno all'altro, costituendo così un blocco unico. Sulla parete posteriore (che in questa foto risulta davanti), vi sono i seguenti organi (da sinistra a destra). presa di antenna del ricevitore; presa di alimentazione PL_1; terminali per lo strumento; presa di antenna per il trasmettitore; condensatore di carico del trasmettitore. Nel telaio del trasmettitore sono state eseguite alcune file di fori da 6 mm per facilitare la ventilazione dei due tubi rettificatori, posti sotto il telaio.

del telaio. (Nella Fig. 39 la sezione trasmittente è a destra; lo stadio oscillatore è in fondo e lo stadio finale risulta in primo piano).

Sulla parete posteriore del telaio sono montati la presa coassiale di antenna J_1 e il condensatore C_7, di accordo d'antenna.

Il montaggio dovrà essere eseguito secondo la normale tecnica di costruzione degli apparati funzionanti su frequenze altissime (VHF).

Gli zoccoli dei due tubi triplicatori (V_9 e V_{10}) e del tubo amplificatore V_{11} sono montati con i fori di fissaggio disposti a 45° rispetto agli assi del telaio, in modo che la linea congiungente i piedini 1 e 6 risulti parallela con la parete frontale del telaio.

I condensatori variabili miniatura a farfalla sono montati in linea con gli zoccoli dei tubi, realizzando così lunghezze di collegamento estremamente corte fra i piedini di anodo dei tubi e gli statori dei condensatori stessi.

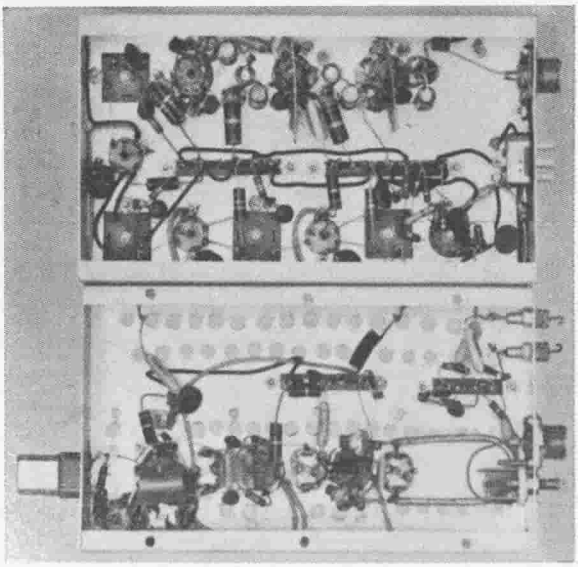


Figura 40.

I TELAI DELLA PARTE A RADIOFREQUENZA DEL TRASMETTITORE-RICEVITORE VISTI DAL BASSO

I componenti più piccoli delle due sezioni sono montati direttamente fra i piedini degli zoccoli dei tubi, oppure fra questi e opportune piastrine isolanti con capofili, montate al centro del telaio. Sulla mezzeria degli zoccoli dei tubi 6AJ4, amplificatori a radiofrequenza del ricevitore, sono montati dei piccoli schermi di rame stagnato. Sotto il telaio del trasmettitore verrà posta una lastra di schermatura, costruita in alluminio forato che ha lo scopo di ridurre la tensione iniettata nello stadio mescolatore del ricevitore. I condensatori di neutralizzazione dello stadio amplificatore del trasmettitore sono montati direttamente sugli zoccoli in corrispondenza dei due estremi.

Gli zoccoli a nove piedini sono del tipo ad incastro, in modo da poter essere montati dal basso sotto il telaio, e sono muniti di un anello metallico che circonda la parte isolante dello zoccolo. I vari piedini degli zoccoli che debbono venire collegati a massa verranno piegati in basso e saldati direttamente a questo anello.

I resistori di griglia di V_9 e V_{10} verranno montati direttamente sullo zoccolo del tubo fra i piedini di griglia e i piedini del catodo collegati a loro volta a massa.

I condensatori di accoppiamento fra gli stadi sono posti fra i piedini di griglia e i sostegni delle lamine dello statore dei condensatori variabili a farfalla di accordo.

I piedini 4 e 5 dei filamenti degli zoccoli a nove piedini sono collegati a massa sull'anello dello zoccolo e i piedini 9 dei vari zoccoli vengono collegati fra loro con un conduttore che poi a sua volta termina al secondario di alimentazione dei filamenti del trasformatore.

Le bobine L_1 e L_2 possono essere costruite facilmente e verranno montate fra i sostegni delle lamine degli statori dei condensatori di accordo. Le bobine L_3 e L_4 verranno costruite con filo di rame smaltato.

I vari collegamenti di alimentazione, i resistori di disaccoppiamento e i condensatori verranno montati in maniera da risultare ben distribuiti sul telaio contenente i circuiti a radiofrequenza e una parte dei componenti verranno ancorati con i loro reofori a capofili di piastrine isoltanti, poste vicino agli zoccoli dei tubi.

I collegamenti di alimentazione e i collegamenti per lo strumento, che escono fuori dal telaio, verranno fatti passare attraverso condensatori ceramici a passante (Centralab FT-1000) montati sulle pareti del telaio.

Messa a punto preliminare del trasmettitore Il funzionamento del trasmettitore può venire controllato impiegando l'alimentatore di Fig. 38, oppure un qualsiasi alimentatore ausiliario che sia in grado di erogare, a circa 200 V, una corrente di circa 80 mA.

Quando per la messa a punto si usa l'alimentatore definitivo, bisognerà porre in serie con il collegamento che porta all'eccitatore la tensione di alimentazione anodica B+un resistore di caduta da 5000 Ω — 10 W, allo scopo di proteggere i tubi durante il tempo in cui i circuiti risultano disallineati.

Il circuito accordato L_1-C_1, può venire accordato intorno a 25 MHz mediante un ondametro-oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter). Fatto ciò, si inseriscono nei loro rispettivi zoc-

coli, il quarzo X_1 e il tubo oscillatore 6AB4. Per controllare il corretto funzionamento di questo stadio e anche degli stadi successivi potrà essere utile realizzare un indicatore costituito da una lampadina spia del tipo da 2V-60 mA collegata ad una piccola ansa di filo, che verrà posta vicino alla bobina dello stadio che deve venir regolato.

Dopo aver constatato il regolare funzionamento dell'oscillatore, si inserirà nel relativo zoccolo il tubo 12AT7 triplicatore di frequenza e, mediante l'ondametro ad assorbimento di griglia, si regolerà il circuito L_2-C_2 in modo da portarlo in risonanza su 75 MHz. Si applica nuovamente la tensione anodica al trasmettitore e si ritocca l'accordo di tale stadio in modo da ottenere la massima accensione della lampadina, con l'ansa di accoppiamento posta vicino alla bobina L_2.

Si inserisce ora nel suo zoccolo il secondo tubo triplicatore di frequenza (V_{10}) e si regola su 225 MHz il circuito L_3 - C_3, in modo da ottenere la massima accensione della lampadina dell'indicatore, accoppiata per questa prova con L_3. Per porre in risonanza il circuito L_3 -C_3 potrà essere necessario variare la spaziatura fra le spire della bobina L_3.

La corrente anodica assorbita da tutti e tre i tubi deve aggirarsi su circa 70 mA, dopo aver eliminato il resistore di caduta.

A questo punto rimane da eseguire la neutralizzazione dello stadio amplificatore.

Questa neutralizzazione verrà compiuta osservando la corrente di griglia del tubo V_{11} mentre viene variata la capacità dei condensatori C_4 e C_5.

Per misurare la corrente di griglia del tubo V_{11} si porrà temporaneamente, in parallelo al resistore di autopolarizzazione di griglia da 2,7 kΩ dello stadio amplificatore, un voltmetro elettronico oppure un normale voltmetro a corrente continua, ad alta resistenza. Si regoleranno i circuiti dell'eccitatore in modo da portare al massimo la indicazione fornita da questo voltmetro. La tensione continua che si deve sviluppare ai capi del resistore di griglia da 2,7 kΩ deve risultare superiore a 20 V. Durante la esecuzione di questa prova dovrà essere tolta la tensione anodica allo stadio amplificatore.

Si pongono ora sul minimo di capacità i condensatori di neutralizzazione C_4 e C_5 e si varia la posizione della bobina L_4 rispetto alla bobina L_3 in modo da ottenere la massima tensione di griglia.

Si varia la capacità del condensatore variabile C_6 di accordo anodico all'amplificatore da una parte e dall'altra rispetto al valore

corrispondente all'accordo, osservando il comportamento della corrente di griglia dello stadio amplificatore. Se durante la variazione della capacità di C_6 si ha variazione della tensione di griglia, vuol dire che bisogna ritoccare la capacità dei condensatori C_4 e C_5 (tutti e due nello stesso senso) fino ad ottenere che, variando C_6 attorno al valore di accordo, la corrente di griglia dello stadio amplificatore rimane costante.

Man mano che si aumenta la capacità dei condensatori C_4 e C_5 (tali aumenti debbono essere più che possibile uguali per i due condensatori) si riscontrerà che il « guizzo » della corrente di griglia diviene progressivamente minore fino a che, al variare di C_6, non si ha praticamente alcuna variazione della corrente di griglia. Quando i condensatori C_4 e C_5 sono stati ben regolati, la tensione di griglia deve rimanere quasi costante (deve variare al massimo di 1V) variando dal massimo al minimo la capacità del condensatore C_6.

Si collega ora alla presa di antenna J_1 una lampadina spia da 6,3 V - 0,15 A e si applica la tensione anodica allo stadio amplificatore e all'eccitatore. Si accordano i condensatori C_6 e C_7 in modo da ottenere la massima accensione del filamento della lampadina.

La corrente anodica dello stadio amplificatore, nelle condizioni di massima uscita, dovrà aggirarsi intorno ai 30 mA.

Dopo aver eseguito la messa a punto preliminare del trasmettitore, si collegherà ai terminali del circuito del voltmetro a radiofrequenza un milliamperometro a corrente continua da 1 mA fondo scala. Diviene così possibile accordare accuratamente il trasmettitore, regolando tutti i circuiti risonanti in modo da ottenere la massima deviazione dell'indice del voltmetro a radiofrequenza.

È vivamente consigliabile eseguire la messa a punto del trasmettitore procedendo stadio per stadio alla maniera descritta poco sopra, se si vuole avere la certezza di raggiungere le migliori condizioni di funzionamento del trasmettitore stesso.

Il telaio del ricevitore

Dalle Figg. 39 e 40 può essere rilevata la sistemazione dei principali componenti sul telaio del ricevitore.

La disposizione dei vari stadi sul telaio è a forma di U che si sviluppa verso i due bordi laterali e verso il bordo frontale del telaio.

Sulla mezzeria centrale del telaio sono montate due piastrine in carta bakelizzata, ciascuna con sei capofili, ai quali vanno anco-

rati i resistori di caduta e quelli di disaccoppiamento.

Nella Fig. 40, che riproduce il telaio del ricevitore visto dal basso, è visibile la disposizione degli stadi a radiofrequenza. Sulla mezzeria di ciascun zoccolo è stato posto uno schermo, costruito in lastra di rame stagnata e avente le dimensioni di mm. 25×38. Tale schermo viene collegato a massa ad ambedue le estremità, saldandolo alle viti di fissaggio dello zoccolo. Il tubetto metallico centrale dello zoccolo e i piedini 1, 3, 4, 6 e 9 vanno tutti saldati a questo schermo.

I condensatori di accordo C_8, C_9, C_{10}, C_{11} sono montati vicinissimi agli zoccoli dei tubi e i condensatori di fuga del tipo per VHF posti sul terminale « freddo » di ciascuna bobina, vanno posti vicino ai condensatori di accordo. Le bobine L_8, L_9, L_{10} e L_{11} sono saldate direttamente fra i terminali dei rispettivi condensatori di accordo e gli adiacenti condensatori di fuga per VHF.

Bisogna aver cura a rendere più corti possibile i collegamenti delle bobine, la cui lunghezza non deve mai superare i 6 mm.

Su ogni stadio amplificatore a radiofrequenza del ricevitore vi sono, in serie con i collegamenti di accensione dei filamenti, due impedenze a radiofrequenza. Una di esse ha un terminale collegato a massa sulla lastrina schermante posta sulla mezzeria dello zoccolo e l'altro terminale al filamento, mentre l'altra da una parte va al piedino di filamento e dell'altra va al condensatore di fuga ceramico a disco sul quale è saldato il collegamento per l'accensione dei filamenti.

Il montaggio del treno amplificatore a frequenza intermedia è di tipo normale. I componenti di tali stadi vanno montati fra i piedini degli zoccoli e i capofili delle piastrine isolanti, oppure fra questi ultimi e i terminali dei trasformatori a frequenza intermedia.

I collegamenti di alimentazione partono da una presa a sei contatti, posta sulla parete posteriore del telaio.

Non occorre eseguire alcun collegamento fra i circuiti a radiofrequenza del trasmettitore e lo stadio mescolatore del ricevitore, per il fatto che fra essi esiste un forte accoppiamento dovuto alla loro vicinanza. Tale accoppiamento è tanto forte che per ridurre la tensione di iniezione al mescolatore ad un valore tollerabile, si è riscontrato utile porre uno schermo sotto il telaio del trasmettitore.

Messa a punto preliminare del ricevitore

Dopo aver completati tutti i collegamenti, si potrà eseguire l'allineamento del treno amplificatore a frequenza intermedia del

ricevitore. Per fare ciò, si accoppierà lascamente col piedino 5 del tubo mescolatore V_3 un segnale a radiofrequenza a 4,5 MHz, modulato a frequenza costante. Si collega la cuffia, oppure un voltmetro per tensione alternata, al circuito di uscita del tubo V_7 amplificatore ad audiofrequenza (piedini 5 e 6 della presa di alimentazione).

Si regolano i nuclei dei trasformatori T_1, T_2, T_3, T_4 in modo da ottenere il massimo segnale di uscita ad audiofrequenza.

Le sezioni ricevente e trasmittente dell'apparato vengono ora unite meccanicamente l'una all'altra e si accorda il trasmettitore collegando alla sua presa di uscita J_1 un carico fittizio di antenna. Così facendo, il trasmettitore irradia un segnale a 220,1 MHz che servirà come tensione di iniezione per il mescolatore del ricevitore.

Per la taratura degli stadi amplificatori a radiofrequenza del ricevitore si potrà utilizzare il segnale irradiato dal posto corrispondente, che per l'occasione trasmetterà in telegrafia modulata, tenenedo per molto tempo il tasto abbassato. Si potranno così tarare i circuiti accordati a radiofrequenza e l'accordo potrà definirsi completo quando si sarà raggiunta la massima intensità di ricezione.

Per ottenere il migliore accordo, e quindi la massima sensibilità, può essere necessario modificare la spaziatura fra le spire delle bobine L_8, L_9, L_{10}, L_{11}. Bisogna cercar di ottenere l'accordo con i condensatori variabili, associati con le suddette bobine, regolati a circa metà capacità.

Costruzione del modulatore e dell'alimentatore

Nella Fig. 41 è riportato il piano costruttivo del modulatore e dell'alimentatore. Queste sezioni della stazione verranno montate in modo che i collegamenti che vanno agli organi di comando posti sul pannello frontale passino dentro gommini passa-cavo posti sulla parete anteriore del telaio.

Da ciascun telaio parte un conduttore comune di massa che va agli interruttori e ai comandi posti sul pannello frontale della stazione.

Il piccolo motore che aziona la ventola è montato sulla parete posteriore della custodia e l'aria che esso muove, dopo essere passata attraverso una serie di fori di 6 mm di diametro eseguiti nel telaio della sezione trasmittente, esce attraverso una serie di fori da 10 mm eseguiti sulla parete posteriore della custodia, in alto.

Prima di montare il modulatore e l'alimentatore dentro la custodia, è opportuno provarli per

accertarsi che tali due sezioni della stazione siano in normali condizioni di funzionamento.

La frequenza della nota emessa dall'oscillatore ad audiofrequenza (V_{15}) può essere variata ponendo un condensatore in parallelo al primario del trasformatore T_8 dell'oscillatore.

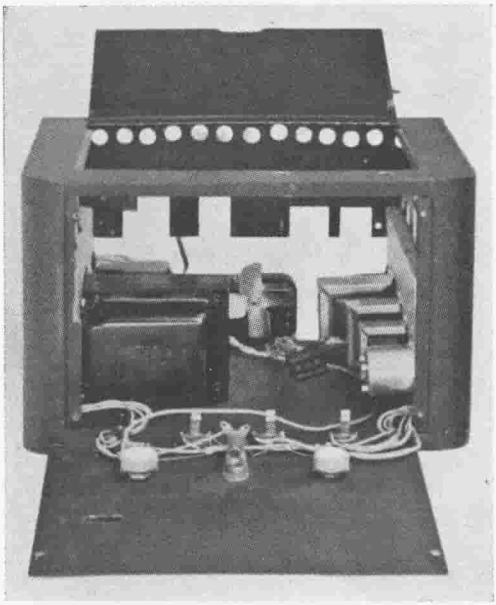
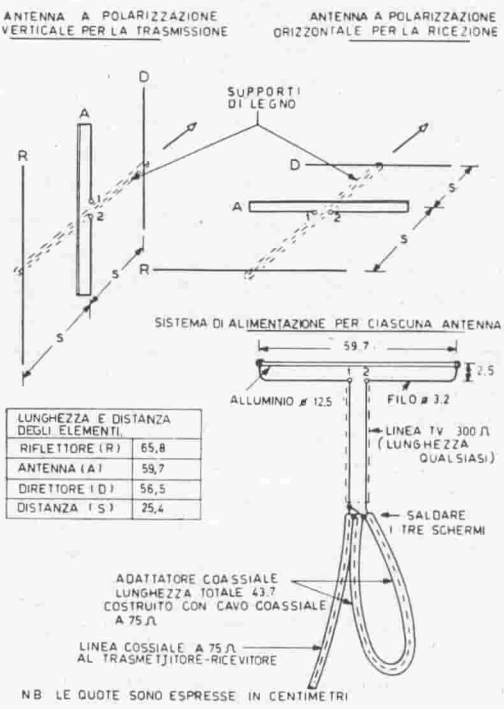


Figura 41.
LA CUSTODIA DEL TRASMETTITORE-RICEVITORE, CON LO SPORTELLO SUPERIORE E IL PANNELLO FRONTALE APERTI, IN MODO DA FAR VEDERE LA SISTEMAZIONE DELL'ALIMENTATORE E DEL MODULATORE

I telai dell'alimentatore e del modulatore sono montati verticalmente, adiacenti alle pareti laterali della custodia. Sulla parete superiore del telaio del modulatore sono montati i tubi. Per garantire a questa stazione un servizio continuativo, nella parete posteriore della custodia è stato montato un piccolo ventilatore. Il telaio della sezione a radiofrequenza poggia sul trasformatore di alimentazione ed è fermato mediante viti che lo fissano al pannello frontale e alla parete posteriore della custodia.



LUNGHEZZA E DISTANZA DEGLI ELEMENTI	
RIFLETTORE (R)	65,8
ANTENNA (A)	59,7
DIRETTORE (D)	56,5
DISTANZA (S)	25,4

Figura 42.
SISTEMA DOPPIO DI ANTENNE PER IL TRASMETTITORE RICEVITORE IN DUPLEX SU 220 MHz

Su ogni canale deve essere usata la stessa polarizzazione. Ciò significa che su ogni stazione la polarizzazione dell'antenna del trasmettitore sarà diversa da quella dell'antenna del ricevitore. Per la stazione corrispondente con quella considerata in questa figura, verrà usata la polarizzazione orizzontale per la trasmissione e la polarizzazione verticale per la ricezione.

Installazione dell'antenna Per il funzionamento in duplex sono necessarie due diverse installazioni di antenna. Per ridurre l'accoppiamento fra le due antenne, si adotterà per un canale la polarizzazione orizzontale e per l'altro canale la polarizzazione verticale, come illustrato dalla figura 42.

Bisogna aver cura che per ogni canale venga usata la stessa polarizzazione, ossia che la polarizzazione dell'antenna trasmittente di un posto sia uguale a quella dell'antenna ricevente del posto corrispondente e viceversa.

Ciascuna antenna sarà del tipo a fascio, con tre elementi.

Per ottenere un buon adattamento di impedenza fra antenna e linea di trasmissione coassiale si farà uso di dipoli ripiegati e di adattatori balun (bilanciato - non bilanciato).

Dopo aver installato il collegamento in duplex su ambedue i canali, si dovranno mettere a punto il trasmettitore e il ricevitore di ogni stazione in modo da ottenere la massima intensità di segnali trasmessi e la migliore ricezione possibile.

Potrà essere molto vantaggioso provare a cambiare posto alle antenne, allo scopo di ottenere la massima captazione di segnali del posto corrispondente e la minima interferenza con i segnali trasmessi dal trasmettitore locale. In generale, l'antenna del ricevitore dovrà essere orientata in modo da captare il massimo segnale trasmesso dalla stazione corrispondente, mentre l'antenna del trasmettitore dovrà essere orientata in modo che l'antenna del ricevitore locale capti il minimo segnale possibile trasmesso dal posto stesso.

Nelle normali installazioni, entrambe le antenne potranno venire montate sulla stessa struttura di sostegno, distanziate l'una dall'altra di metri 1-1,5.

Come per qualsiasi altro apparato funzionante in VHF il tempo impiegato nella installazione dell'antenna è molto bene speso ai fini della bontà e della sicurezza del collegamento.

3-6 Oscillatore di alta stabilità a frequenza variabile

La stabilità e l'assenza di deriva di frequenza sono i requisiti più importanti perchè un oscillatore a frequenza variabile possa essere definito « di alta qualità ». Per soddisfare le esigenze di servizio più rigorose occorre che un oscillatore a frequenza variabile sia stabile al variare della temperatura interna, al variare della temperatura ambiente e al variare della tensione di rete. Inoltre la frequenza generata non deve risentire delle eventuali vibrazioni o dell'eventuale presenza di forti campi elettromagnetici esterni.

Può essere quindi estremamente utile ai radiodilettanti descrivere un oscillatore a frequenza variabile che possa essere autocostruito e che possa soddisfare le maggiori esigenze.

L'oscillatore a frequenza variabile, illustrato dalle Figg. 43, 46 e

47 può definirsi un riuscito tentativo di raggiungere tali prestazioni e quindi la sua realizzazione può essere utile a tutti quegli operatori che desiderino avere un oscillatore a frequenza variabile che possieda notevoli doti di stabilità e di facilità di accordo.

La stabilità di frequenza

Un perfetto oscillatore a frequenza variabile deve avere gli elementi che determinano la frequenza completamente isolati, sia elettricamente che fisicamente, rispetto a tutto il resto dell'apparato trasmittente. Questo risultato non può essere totalmente raggiunto in pratica per il fatto che, per tenere innescate le oscillazioni, agli elementi che determinano la frequenza deve aggiungersi un tubo elettronico o un transistore. Questa necessità provoca un peggioramento dell'isolamento elettrico degli elementi e del circuito che determinano la frequenza. Tuttavia, adottando opportuni circuiti di accoppiamento fra tubo o transistore e circuito oscillatorio, si possono ridurre al minimo gli effetti di instabilità.

Il circuito che determina la frequenza è anche sensibile alle variazioni di temperatura, alle variazioni dell'umidità relativa dell'aria che lo circonda e al calore irradiato da eventuali oggetti vicini che siano a temperatura re-

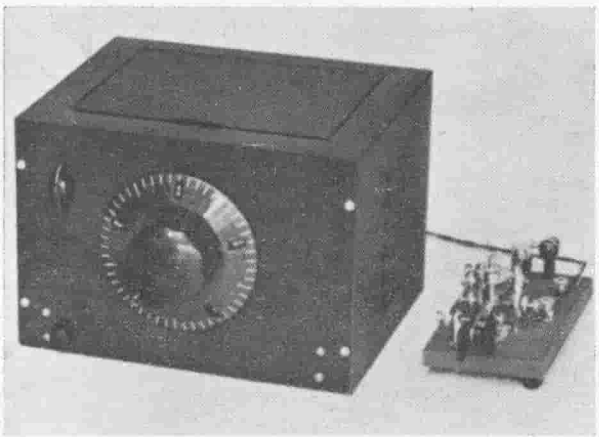


Figura 43.

OSCILLATORE A FREQUENZA VARIABILE DI ALTA STABILITA', PER RADIODILETTANTI CHE LAVORANO SU ONDE CORTE

In questo piccolo oscillatore a frequenza variabile sono impiegati i più recenti perfezionamenti atti ad ottenere un segnale di ottima stabilità di frequenza, ossia esente da deriva. Le dimensioni sono di cm. 19 x 23 x 18. In esso è impiegato un oscillatore ad alto Q, funzionante su 1,75 MHz, seguito da uno stadio ad uscita catodica, che lo isola completamente dagli stadi successivi della stazione. Sulla parete sinistra del pannello frontale sono posti la manopola di accordo dello stadio amplificatore-separatore e il commutatore di comando del trasmettitore. Al centro è posta la manopola principale di accordo, munita di una ampia scala che consente la facile lettura della frequenza.

MISURE DI TENSIONE SUL V. F. O.

SCHERMO (PIEDINO 3) 6U8: 70 V

CATODO (PIEDINO 8) 6U8: 10,5 V

GRIGLIA (PIEDINO 9) 6U8 10,3 VRF

CATODO (PIEDINO 8) 6U8: 9,5 VRF

PRESA J_1 SU UN RESISTORE DI 47 Ω : 6,2 VRF

Figura 44.

TABELLA DELLE TENSIONI PER L'OSCILLATORE A FREQUENZA VARIABILE

lativamente alta. Però impiegando materiali che siano poco influenzabili dalla temperatura e dalla umidità e allontanando quanto più possibile i componenti nei quali si genera calore dai circuiti che determinano la frequenza, si può ottenere negli oscillatori a frequenza variabile un buon grado di stabilità della frequenza del segnale generato.

Infine negli oscillatori a frequenza variabile occorre attuare tutti gli accorgimenti necessari ad evitare che si generino oscillazioni parassite e che nella forma di onda di uscita vi siano distorsioni armoniche di entità apprezzabile.

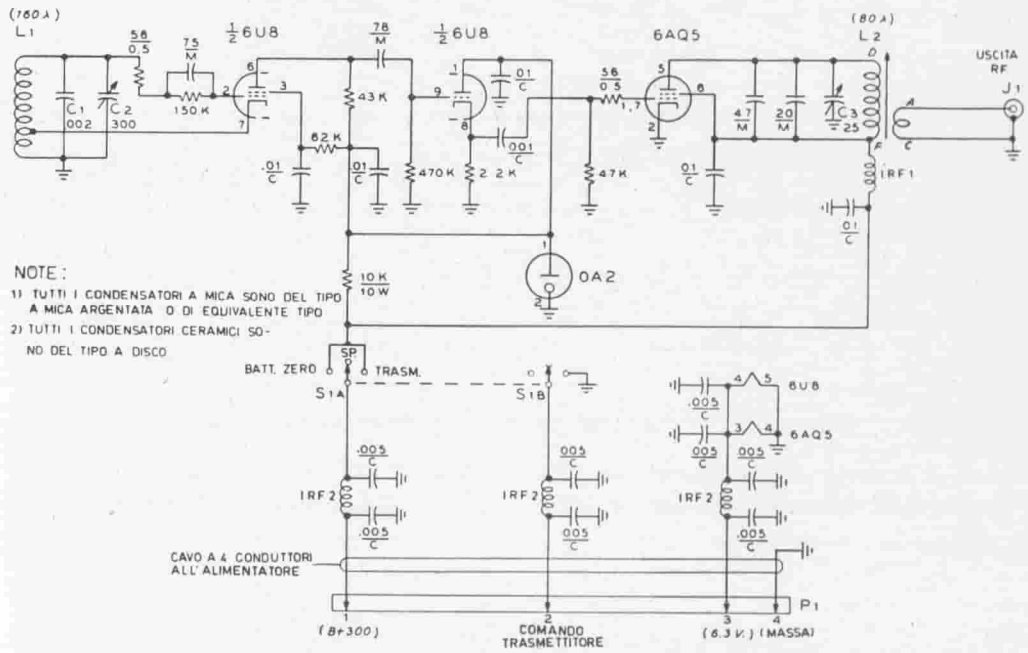


Figura 45.

SCHEMA ELETTRICO DELL'OSCILLATORE AD ALTA STABILITA' A FREQUENZA VARIABILE

C_1 - Condensatore di alta precisione da 0,002 μF (Centralab 950-202).

C_2 - Condensatore variabile da 300 μμF.

C_3 - Condensatore variabile da 25 μμF.

L_1 - 17,3/4 spire filo rame smaltato ∅ 0,8 avvolte con diametro di 19 mm e altezza di bobina circa 25 mm (vedi testo).
Supporto in ceramica modello XR 72 National Presa alla 4ª spira a partire dell'estremo « freddo » della bobina.

L_2 - Trasformatore intervalvolare per FI audio di televisori, modificato per 4,5 MHz. Togliere il secondario e sostituirlo con 8 spire filo ∅ 0,65 doppia copertura di cotone, avvolte vicino all'avvolgimento primario.

IRF_1 - Impedenze a radiofrequenze, da 2,5 mH.

IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza per v.h.f. per corrente di 0,5 A.

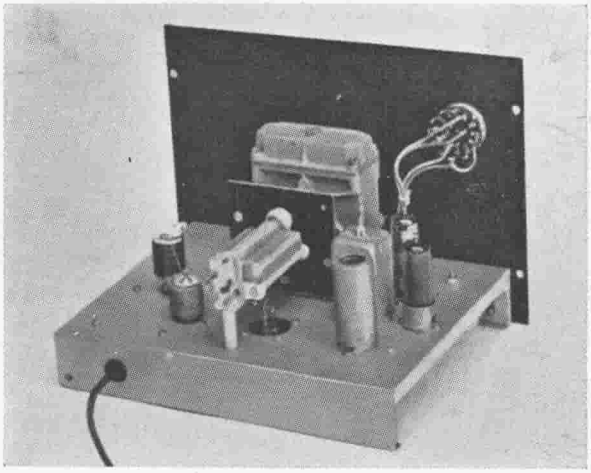


Figura 46.
IL TELAIO DELL'OSCILLATORE A FREQUENZA VARIABILE VISTO POSTERIORMENTE

In questa fotografia sono visibili le sistemazioni dei vari componenti sul telaio. A sinistra è posta la bobina L_1 dell'oscillatore, che perciò non risulta sottoposta al calore prodotto dai tubi elettronici. A destra di L_1 vi è il condensatore di precisione C_1 montato sul telaio. Il condensatore variabile principale di accordo è fissato solidamente ad una robusta lastra di alluminio, a sua volta fissata alla scatola della moltiplica ad ingranaggi. Posteriormente, il condensatore variabile principale di accordo è fissato al telaio mediante una vite con distanziatore. A destra vi sono i tre tubi e il trasformatore di uscita a radiofrequenza. Sotto il condensatore variabile di accordo è fissata una piastrina di polistirolo sulla quale sono montati due passanti che servono per collegare i componenti dell'oscillatore, posti sopra il telaio, con quelli posto sotto. Sul pannello frontale, a destra in alto, è posto il commutatore di comando S_1 del trasmettitore.

L'eccitatore a frequenza variabile che descriviamo in questo paragrafo soddisfa ai più importanti requisiti su esposti.

Il circuito dell'oscillatore a frequenza variabile

Nella Fig. 45 è riportato lo schema elettrico dell'oscillatore ad alta stabilità a frequenza variabile, mentre nelle figure 46 e 47 ne è illustrata la costruzione meccanica.

Come oscillatore viene impiegata la sezione pentodo di un tubo 6U8. Il circuito dell'oscillatore è accordato sulla frequenza intorno a 1,75 MHz e consiste di una bobina oscillatrice ad alto Q, che viene fatta risuonare sulla frequenza di lavoro mediante un condensatore ceramico di precisione, in parallelo con un condensatore variabile in aria.

Il condensatore ceramico (Centralab tipo 950) ha un coefficiente di temperatura, misurato e controllato, di più o meno dieci parti per milione, nel campo di temperatura da —40 a +60 gradi centi-

gradi. L'impiego di un normale condensatore a mica argentata oppure di un condensatore ceramico qualsiasi in sostituzione di questo condensatore di precisione non è consigliabile, poichè il coefficiente di temperatura di un tale condensatore non può essere garantito dalla fabbrica con sufficiente precisione, trattandosi di produzioni di grande serie.

La bobina oscillatrice L_1 è avvolta su un supporto ceramico avente un coefficiente di dilatazione estremamente basso. Le spire della bobina sono distanziate l'una dall'altra, allo scopo di assicurare alla bobina stessa una bassa capacità distribuita.

Durante l'avvolgimento del conduttore attorno al supporto si deve esercitare sul conduttore una certa tensione meccanica; inoltre durante l'avvolgitura, il conduttore deve essere riscaldato. Avviene così che quando poi il filo si raffredda, si accorcia e quindi aderisce fortemente attorno al supporto della bobina.

Con questo sistema di avvolgitura, si può considerare che praticamente il filo e il supporto assumano lo stesso coefficiente di dilatazione, per quanto concerne le variazioni di temperatura ambiente. (Non sarebbe così per le variazioni di temperatura del filo rispetto al supporto).

Questo sistema di avvolgimento riduce la possibilità che avvengano variazioni irregolari della frequenza del segnale generato al variare della temperatura e della umidità ambiente.

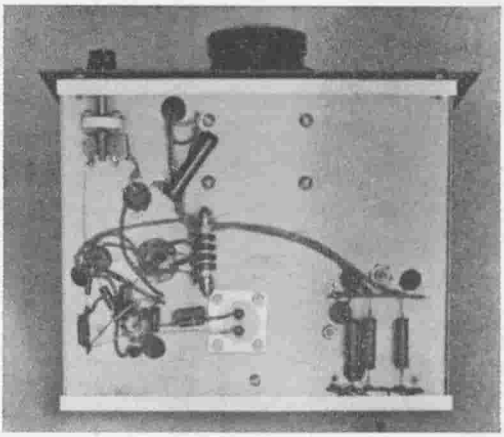


Figura 47.
IL TELAIO DELL'OSCILLATORE A FREQUENZA VARIABILE VISTO DAL BASSO

I filtri posti sui collegamenti di alimentazione sono sistemati in basso a destra, mentre a sinistra sono visibili i componenti del circuito a radiofrequenza. Tutte le parti sono ancorate solidamente ai terminali e ai capofili, così da risultare molto resistenti alle vibrazioni. I collegamenti di alimentazione sono allacciati fra loro mediante fascette di fissaggio al telaio. Il condensatore C_3 di accordo del separatore è visibile a sinistra in alto.

In serie con il collegamento di griglia del tubo 6U8 è inserito un resistore da 56 Ω, funzionante da soppressore di oscillazioni spurie. Questo soppressore elimina qualsiasi tendenza dell'oscillatore verso la generazione di oscillazioni parassite, che senza di esso probabilmente si formerebbero con questo tipo di circuito oscillatore.

L'esistenza di oscillazioni paras-

site tende a rendere meno stabile l'oscillazione a frequenza fondamentale, soprattutto in corrispondenza di particolari posizioni del condensatore variabile di accordo dell'oscillatore.

Le oscillazioni parassite possono essere causate dall'induttanza propria del condensatore variabile che si accorda con la sua capacità alla frequenza dell'oscillazione parassita.

Tutti i componenti del circuito oscillatore sono ben distribuiti sul telaio e lontani dal tubo oscillatore, così da evitare che possano riscaldarsi per effetto del calore emanato dal tubo stesso.

Il pentodo oscillatore è accoppiato a resistenza-capacità con la sezione triodo del tubo 6U8, la quale funziona come stadio amplificatore ad uscita catodica. La impedenza di entrata degli stadi amplificatori ad uscita catodica è estremamente alta e quindi questo tipo di stadio isola fra loro molto efficacemente il circuito dell'oscillatore e lo stadio di uscita.

La tensione di alimentazione anodica e di griglia schermo del tubo oscillatore e la tensione anodica del tubo amplificatore ad uscita catodica sono stabilizzate mediante un tubo stabilizzatore di tensione al neon tipo 0A2. In tal modo, per effetto della alimentazione anodica stabilizzata, si ottiene che il circuito oscillatore non risente praticamente delle fluttuazioni della tensione sviluppata dall'alimentatore.

L'uscita a radiofrequenza della sezione triodo del tubo 6U8, prelevata sul suo circuito catodico a bassa impedenza, tramite un condensatore di accoppiamento, viene inviata a pilotare un pentodo miniatura tipo 6AQ5, funzionante come duplicatore di frequenza e che pertanto fornisce un segnale nella banda a 80 metri di lunghezza d'onda.

L'oscillatore a frequenza variabile vero e proprio copre la gamma da 1750 a 1850 kHz. Con la duplicazione di frequenza attuata con il tubo 6AQ5 si ottiene, sul circuito anodico di questo tubo, la copertura della banda da 3500 a 3700 kHz.

La potenza di uscita su 80 metri è di circa 0,8 W ed è più che sufficiente a pilotare uno stadio amplificatore-separatore, attuato con un tetrodo del tipo 807 oppure 6146.

Qualora si desiderasse ottenere una maggiore potenza di uscita da questo oscillatore a frequenza variabile, si potrà sostituire il tubo 6AQ5 con un tubo 6CL6 (naturalmente modificando opportunamente i collegamenti allo zoccolo del tubo). Con il tubo 6CL6 si può ottenere una potenza di uscita di circa 2 W.

Mentre un piedino di filamento

di ciascuno zoccolo per tubi verrà collegato a massa, fra l'altro piedino e massa si inserirà un condensatore ceramico di fuga da 0,005 μF. Il collegamento di alimentazione dei filamenti arriva ad un terminale di una impedenza a radiofrequenza, dal cui altro terminale parte la linea di alimentazione dei filamenti. In tal modo si consegue il massimo isolamento a radiofrequenza di questo collegamento rispetto ai campi esterni.

Il commutatore S_1 disattiva il funzionamento dell'oscillatore a frequenza variabile, interrompendone l'alimentazione anodica. Una seconda sezione del commutatore S_1 apre un circuito ausiliario, col quale si può controllare un relè di comando dell'alimentazione del trasmettitore. In una terza posizione, il commutatore S_1 fa funzionare da solo l'oscillatore a frequenza variabile, (ossia con il trasmettitore disattivato) allo scopo di eseguire l'esatta messa a punto della frequenza.

La manipolazione telegrafica del trasmettitore, per funzionamento in telegrafia con onda portante non modulata, verrà affettuata negli stadi successivi all'oscillatore-eccitatore a frequenza variabile, così da ottenere la massima stabilità della frequenza da questo generata, evitando di avere spostamenti di frequenza per effetto della manipolazione.

Costruzione meccanica dell'oscillatore a frequenza variabile

Ai fini dell'ottenimento della massima stabilità di frequenza, la costruzione meccanica dell'oscillatore a frequenza variabile è importante quanto il dimensionamento elettrico.

Si debbono attuare tutti gli accorgimenti possibili atti a facilitare la dissipazione del calore generato dai tubi elettronici. Pertanto i componenti di un oscillatore a frequenza variabile di alta stabilità debbono essere montati su una lastra di materiale conduttore che agisca quindi da « dissipatore di calore » e che perciò tenda ad evitare le rapide variazioni di temperatura dei componenti fissati sulla lastra stessa.

L'oscillatore a frequenza variabile è montato su un telaio di ferro cadmiato avente le dimensioni di cm $19 \times 23 \times 3{,}6$.

Sul telaio verrà applicata la scala con demoltiplica ad ingranaggi tipo HRO della National, la quale aziona il condensatore variabile principale di accordo C_2, che è fissato ad una lastra di duralluminio da mm $75 \times 75 \times 3$, a sua volta fissata alla scatola di riduzione ad ingranaggi della manopola mediante tre lunghi bulloni e tre distanziatori alti 29 mm.

Il condensatore di accordo verrà azionato attraverso un giunto flessibile di ottima qualità. Questo

giunto deve essere privo di giochi e deve evitare in maniera assoluta che vengano trasmesse sollecitazioni trasversali all'alberino del condensatore variabile. Come giunto è assai consigliabile il tipo 104-250 della Johnson.

Durante il montaggio bisogna accertarsi che l'alberino della scatola ad ingranaggi della manopola a demoltiplica e quello del condensatore variabile siano perfettamente allineati, dato che un eventuale disallineamento fra i due alberini darebbe luogo ad irregolarità nella trasmissione del movimento.

La flangia posteriore di fissaggio del variabile verrà fissata al telaio in ferro mediante uno squadretto sostenuto da una lunga vite con distanziatore di 25 mm di altezza. Questo tipo di montaggio del condensatore variabile garantisce la massima robustezza e rigidità e il minimo spostamento fra condensatore e telaio.

La bobina L_1 e il condensatore ceramico di precisione C_1 sono montati sul telaio da una parte rispetto al condensatore variabile, come si può vedere facilmente dalla fotografia di Fig. 46.

Il nucleo di regolazione di L_1 dovrà essere tolto prima di avvolgere la bobina.

I nuclei di regolazione mobili sono molto dannosi per la stabilità di frequenza di un oscillatore a frequenza variabile e pertanto, per evitare che essi possano pregiudicare tale stabilità, bisogna eliminarli, così come bisogna eliminare qualsiasi altra causa potenziale di instabilità.

I collegamenti che, dal circuito oscillatore, vanno al pentodo 6U8 passano attraverso un foro di 30 mm di diametro eseguito sul piano del telaio. In corrispondenza di questo foro verrà fissata al telaio, a mezzo di quattro viti, una lastrina di polistirolo, dello spessore di 3 mm e di forma quadrata.

A questa lastrina di polistirolo vengono fissati due isolatori a passante del tipo miniatura. Con questo tipo di montaggio, la capacita parassita verso la massa dei collegamenti che attraversano il telaio risulta la minima possibile.

I tubi elettronici e i circuiti relativi sono sistemati, rispetto al condensatore variabile di accordo, dal lato opposto a quello del quale sono posti i componenti del circuito L_1-C_1 che determina la frequenza.

Dinanzi al tubo oscillatore vi è la bobina di uscita L_2, lo zoccolo del tubo 6AQ5 e lo zoccolo del tubo 0A2.

Il commutatore S_1 è montato sul pannello frontale, in corrispondenza del tubo 6AQ5.

Il pannello frontale viene fissato al telaio a mezzo di quattro viti da 5 mm poste ai quattro angoli della parete anteriore del telaio stesso. Il pannello frontale verrà

leggermente distanziato dal telaio mediante l'impiego di rondelle metalliche che verranno frapposte fra il pannello stesso e il telaio.

Tutti i collegamenti che vanno agli organi di comando posti sul pannello frontale dell'oscillatore a frequenza variabile sono raggruppati in un cavo a quattro conduttori che entra nell'area inferiore del telaio attraverso un gommino passacavo, andando poi a finire al cordone di alimentazione, che esce dalla parete posteriore del telaio. Fra ciascun collegamento di alimentazione e massa verrà posto un condensatore ceramico di fuga da 0,005 μF. Inoltre i collegamenti di alimentazione sono filtrati mediante impedenze a radiofrequenza, aventi resistenza ohmica bassa.

La presa coassiale di uscita dell'oscillatore a frequenza variabile verrà montata sulla parete posteriore del telaio, immediatamente dietro il tubo oscillatore 6U8.

Montaggio dell'oscillatore a frequenza variabile

Si comincerà il montaggio dell'oscillatore a frequenza variabile partendo dal piano inferiore del telaio. Si eseguiranno i collegamenti comuni di massa sui tre zoccoli. Per tali collegamenti si useranno capofili e rondelle dentellate che verranno posti sotto ciascun dado delle viti che fissano gli zoccoli dei tubi.

Come prima cosa si eseguiranno i collegamenti di accensione dei tubi. I condensatori di fuga per i piedini 1, 3 e 4 dello zoccolo del tubo 6U8 verranno sistemati fra i piedini dello zoccolo e il tubetto centrale di massa dello zoccolo stesso, lasciando i reofori della minima lunghezza possibile.

Tutti i componenti dello stadio 6U8 debbono essere montati solidamente, ponendoli fra i piedini dello zoccolo del tubo e i capofili di una adiacente piastrina isolante di carta bakelizzata.

Il resistore di griglia e il condensatore della sezione oscillatrice saranno montati fra il piedino 2 dello zoccolo del tubo 6U8 e l'isolatore a passante, posto sulla piastrina di polistirolo, mediante il quale avviene l'attraversamento del telaio.

La bobina anodica dello stadio duplicatore di frequenza 6AQ5 è realizzata utilizzando una bobina di trasformatore a frequenza intermedia del canale audio dei televisori. Da questo trasformatore verrà eliminato l'eventuale secondario e il condensatore di accordo del primario. In sostituzione del secondario si realizzerà un secondario di accoppiamento, avvolgendo sul supporto otto spire, situate il più vicino possibile alla bobina del primario. Dopo di ciò si ripone il trasformatore nel suo scher-

mo e lo si monta sul piano superiore del telaio.

L'impedenza a radiofrequenza del circuito anodico dello stadio duplicatore è montata fra due capofili di una piastrina isolante, ancorata sotto una vite di fissaggio del trasformatore.

I circuiti filtro a radiofrequenza per l'alimentazione sono posti su due piastrine isolanti, ciascuna a quattro capofili, montate nell'angolo posteriore destro (Fig. 47) del telaio.

I condensatori di fuga saranno montati fra ogni singolo capofilo e il più prossimo collegamento di massa della piastrina, mentre le impedenze a radiofrequenza verranno montate fra un capofilo di una piastrina e il corrispondente capofilo dell'altra piastrina.

Dopo aver completati i collegamenti che stanno sul piano inferiore (sotto) del telaio si eseguiranno quelli del piano superiore (sopra il telaio).

I collegamenti del circuito accordato verranno eseguiti con filo di rame stagnato di 2 mm di diametro. La bobina verrà costruita con filo di rame smaltato da 0,8 mm e le spire verranno distanziate in modo da ottenere una lunghezza di bobina di circa 25 mm. Il modo più semplice per ottenere una spaziatura uniforme fra le spire consiste nell'avvolgere contemporaneamente due fili. Uno dei due conduttori sarà di 0,8 mm di diametro, ed è quello che poi viene utilizzato per la bobina; l'altro filo sarà anch'esso smaltato, ma di 0,5 mm di diametro e viene usato soltanto allo scopo di distanziare uniformemente le spire della bobina utile. I due avvolgimenti verranno eseguiti contemporaneamente e, dopo aver fissato in maniera definitiva i terminali dell'avvolgimento eseguito con filo da 0,8, si svolgeranno le spire dell'avvolgimento con filo da 0,5.

Per ottenere il migliore coefficiente di temperatura della bobina, il filo deve essere avvolto a caldo. Il modo più semplice per eseguire un tale avvolgimento consiste nel porre i due rocchetti di filo di rame dei due diversi diametri in un forno e riscaldarli lentamente fino a che essi possano appena essere toccati con le mani. Si tolgono quindi i due rocchetti dal forno e si esegue l'avvolgimento in fretta, in modo da non dare tempo al filo di raffeddarsi e di assumere la temperatura ambiente. Il filo dovrà essere tenuto in trazione durante la esecuzione dell'avvolgimento e, se ci si accorge che esso tende a raffreddarsi, lo si potrà riscaldare con una fiamma o con un saldatore posto vicino al supporto della bobina, nel punto in cui si sta avvolgendo la spira.

Dopo aver avvolta la bobina, e dopo che il filo si è raffreddato, si controllerà che le spire risulti-

no avvolte molto strette sul supporto, ossia che aderiscano bene a quest'ultimo.

Fatto ciò, si toglierà lo smalto in un punto dell'avvolgimento corrispondente alla quarta spira a partire dal terminale « freddo », così da poter effettuare su tale punto la presa per il catodo. Lo smalto del filo verrà tolto facilmente mediante una lametta da rasoio oppure un temperino molto tagliente. Al punto della spira così messo a nudo verrà saldato un pezzetto di filo di rame di 0,6 mm di diametro. L'estremità libera di questo filo verrà saldata ad un capofilo fissato alla base della bobina.

Dal supporto della bobina si dovranno togliere tutti i capofili rimasti inutilizzati.

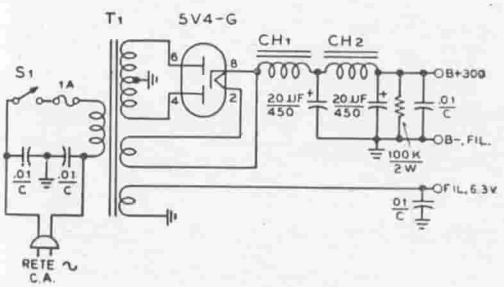


Figura 48.

SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE PER L'OSCILLATORE A FREQUENZA VARIABILE

T_1 - Trasformatore di alimentazione.
Primario a tensione di rete.
Secondari:
325 + 325 V — 0,055 A
5 V — 2 A
6,3 V — 2 A
CH_1 - Impedenza filtro 7 H — 50 mA.
CH_2 - Impedenza filtro 7 H — 50 mA.

Il capofilo di massa della bobina verrà collegato al capofilo di massa del condensatore variabile C_1 mediante un apposito conduttore di massa. Lo stesso conduttore va anche al capofilo di massa del condensatore C_2 (rotore del condensatore), per evitare che si abbiano circuiti di massa incerti o che eventuali correnti di massa vaghino sul telaio e sulla struttura di montaggio del condensatore variabile.

L'alimentazione dell'oscillatore a frequenza variabile

Nella Fig. 48 è riportato lo schema elettrico dell'alimentatore a frequenza variabile.L'alimentatore è costruito come unità separata rispetto all'oscillatore a frequenza variabile, dato che è conveniente isolare i circuiti di quest'ultimo dal calore e dalle vibrazioni generate dalle impedenze e dai trasformatori dell'alimentatore.

La costruzione dell'alimentatore è assolutamente normale, con opportuni condensatori di fuga posti su tutti i collegamenti uscenti dall'alimentatore, allo scopo di evitare che possano essere captati segnali a radiofrequenza provenienti dal trasmettitore.

L'alimentatore verrà costruito utilizzando un telaio di amplificatore del tipo miniatura, avente le dimensioni di cm 19×14.

L'alimentatore deve fornire, alla

tensione di 300 V, una corrente di 50 mA, necessaria per l'alimentazione dell'oscillatore a frequenza variabile.

Allineamento e messa a punto dell'oscillatore a frequenza variabile

Dopo aver completato il montaggio dell'oscillatore a frequenza variabile e dopo averlo controllato, si inseriranno nei loro zoccoli i tubi 6U8 e 0A2.

Si pone il commutatore S_1 nella posizione centrale « Spento » (Sp) e si accende l'alimentatore. Si vedranno accendersi i filamenti dei tubi e allora, ponendo il commutatore S_1 nella posizione « Trasmissione » oppure nella posizione « Battimento zero » si dovrà sentire, in un ricevitore situato nelle vicinanze e sintonizzato nella banda a 160 metri, il segnale generato dall'oscillatore a frequenza variabile.

Prima di tarare l'oscillatore in modo da fargli coprire il corretto campo di frequenza, bisogna lasciarlo in funzione per alcune ore, per dar tempo ai vari organi di raggiungere la loro temperatura di regime. Dopo di ciò si inserisce nel suo zoccolo il tubo 6AQ5 e si collega alla presa coassiale di uscita J_1 una lampadina spia da 6,3 V - 0,15 A. Tale lampadina funzionerà da carico fittizio.

Si accende l'oscillatore a frequenza variabile e si regola il condensatore C_3 e il nucleo della bobina L_2 fino ad ottenere l'accensione del filamento della lampadina.

A questo punto si può procedere alla taratura dell'oscillatore. A tale scopo si dovrà usare o un frequenzimetro BC-221 oppure un radioricevitore calibrato. Si regola la manopola di accordo dell'oscillatore a frequenza variabile in modo che, quando il condensatore C_2 ha le lamine completamente inserite, l'indice corrisponda allo zero della scala.

Quando con la manopola di accordo l'indice corrisponde allo zero della scala, la frequenza sviluppata dall'oscillatore a frequenza variabile deve risultare di 3500 kHz. A meno di non essere molto fortunati, ciò è molto difficile che avvenga subito al principio.

Siccome nel circuito che determina la frequenza non vi sono condensatori di correzione o compensatori, bisognerà tarare la bobina oscillatrice L_1 con pazienza, fino ad ottenere che alla graduazione 10 della scala corrisponda la frequenza di 3500 kHz. Per variare la distanza fra le spire della bobina L_1 si potrà usare dapprima la lama di un coltello, per le regolazioni più grossolane. Le regolazioni più fini verranno eseguite agendo sulle ultime spire della bobina L_1.

Dopo aver regolata al suo giu-

sto valore la bobina L_1 si provvederà a fissare definitivamente le sue spire mediante poche gocce di mastice incolore. (Si usi la minima quantità possibile di mastice). L'applicazione del mastice sulla bobina ne varierà leggermente l'accordo, per cui sarà necessario eseguire una regolazione finale dopo aver posto l'ultima pennellata di mastice e dopo che questo si sia quasi completamente essicato).

Con il valore di capacità di accordo riportato nello schema elettrico di figura 45 si deve ottenere la completa copertura della banda degli 80 metri di lunghezza di onda. Diminuendo il valore di C_2 si otterrà un maggiore allargamento della parte a frequenze più alte della banda, mentre aumentando la capacità di C_2 si otterrà una maggiore estensione verso le frequenze più basse della banda a 80 metri. Per ottenere poi la completa copertura della banda, sarà necessario procedere ad un leggero ritocco delle spire di L_1.

Controllo del funzionamento dell'oscillatore a frequenza variabile

Dopo aver completato l'oscillatore a frequenza variabile, bisognerà porlo in funzione e lasciarlo funzionare per parecchie ore. Durante questo tempo si potrà controllare la frequenza generata dall'oscillatore a frequenza variabile, confrontandola con una frequenza campione, ad esempio con quella generata da un oscillatore a quarzo a 100 kHz oppure con quella irradiata dalla stazione W W V (campione di frequenza).

In condizioni normali di funzionamento, l'oscillatore a frequenza variabile avrà, durante il periodo iniziale di riscaldamento, una piccola deriva positiva di 100 Hz su 80 metri. Trascorso un piccolo periodo di tempo, la frequenza dovrà diminuire leggermente per rimanere poi stabile, se la temperatura ambiente è costante.

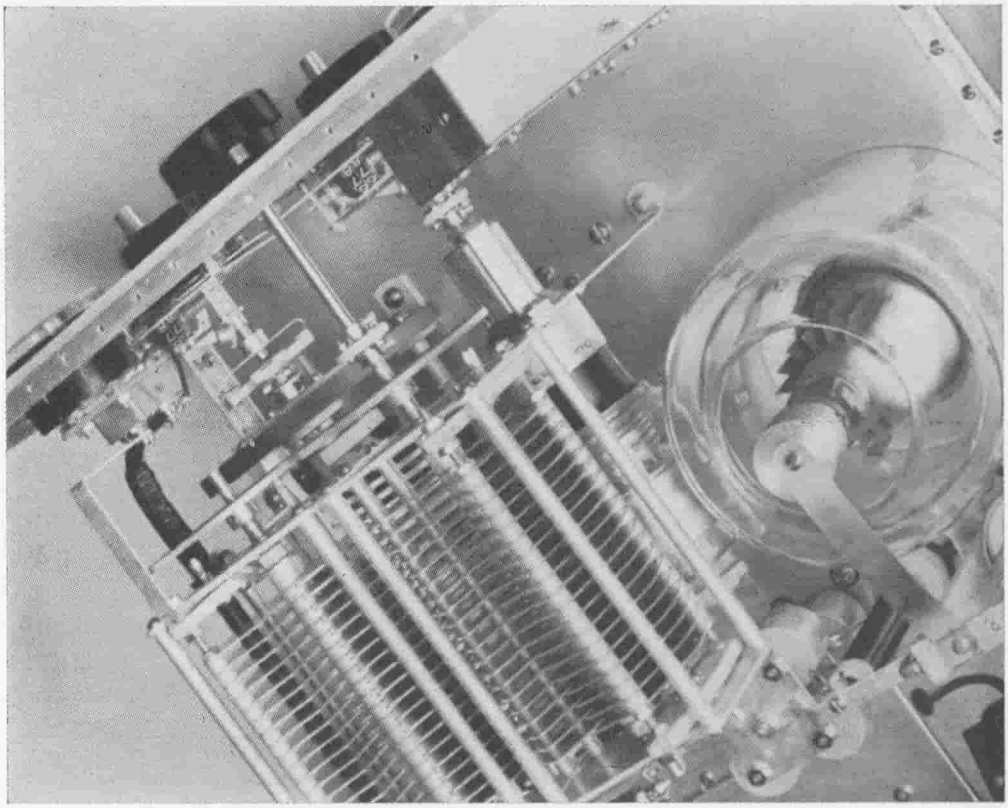
Volendo, si può attuare la stabilizzazione termica aggiungendo nel circuito di accordo un condensatore di piccola capacità e a coefficiente di temperatura negativo. Il valore di capacità è la caratteristica di temperatura di questo condensatore dovranno venire trovati sperimentalmente. Non è consigliabile procedere a tale messa a punto se l'operatore non ha una notevole esperienza con questo tipo di lavoro e se non ha molto tempo a disposizione.

L'ultima cosa che rimane da fare consiste nel sistemare l'oscillatore a frequenza variabile dentro la sua custodia metallica. L'apparato non deve essere posto in funzione fuori dalla custodia poichè rimarrebbe esposto all' intenso campo a radiofrequenza irradiato dal trasmettitore.

La parete posteriore del telaio verrà fissata alla parete di fondo della custodia mediante due viti metalliche che si avvitano sulla flangia ripiegata della parete posteriore del telaio.

Per evitare che durante il funzionamento dell'apparato si abbiano spostamenti di frequenza, il coperchio della custodia dovrà venir bloccato mediante due rondelle metalliche comandate a vite che, girando, possano andare ad incastrarsi contro lo spigolo anteriore della finestra eseguita sul coperchio della custodia.

CAPITOLO QUARTO



Amplificatori di potenza ad alta frequenza

La tendenza odierna del progetto di radiotrasmettitori che debbano funzionare sulle bande di frequenza più alta è rivolta all'uso di un solo stadio finale di potenza a radiofrequenza.

La disposizione più comune, in quanto consente la maggiore flessibilità di impiego, consiste nello usare un'unità eccitatrice a frequenza commutabile, sviluppante da 15 a 100 W di potenza di uscita su tutte le bande di frequenza, anche le più alte, seguita da un unico stadio finale di potenza e radiofrequenza.

In molti casi l'unità eccitatrice verrà posta sul tavolo dell'operatore, collegata all'amplificatore finale a mezzo di un cavo coassiale per il trasferimento della potenza a radiofrequenza da essa sviluppata.

Alcuni operatori preferiscono invece avere l'unità eccitatrice montata in modo da costituire un apparato unico con il trasmettitore principale e perciò in un'unica custodia.

La tendenza verso l'impiego di un solo stadio finale di potenza a radiofrequenza è la naturale conseguenza della sempre maggiore importanza che assume il poter funzionare con un oscillatore a frequenza variabile sulle varie gamme dilettantistiche. Non sarebbe infatti agevole eseguire frequenti cambiamenti della frequenza di funzionamento di un trasmettitore se si dovesse procedere, tutte le volte che si cambia frequenza, all'accordo di una numerosa serie di stadi.

Un altro elemento importante verso l'impiego di un solo stadio finale a radiofrequenza è dato dalla ampia disponibilità di trasmettitori di tipo commerciale, aventi potenza di uscita da 75 a 150 W. Questi trasmettitori, sono in grado di fornire l'eccitazione a radiofrequenza e la potenza di pilotaggio ad audiofrequenza necessarie per un trasmettitore il cui stadio finale a radiofrequenza assorba fino a 1000 W di potenza di alimentazione anodica.

Gli amplificatori che verranno trattati in questo capitolo sono progettati in modo da poter essere impiegati con tali eccitatori.

4-1 Amplificatori finali a radiofrequenza

Progetto - Scelta del tubi Negli amplificatori finali di potenza a radiofrequenza possono essere impiegati tanto i triodi quanto i tetrodi. La scelta normalmente dipende dall'entità di potenza di eccitazione che si ha a disposizione per il pilotaggio dello stadio finale di potenza a radiofrequenza.

Se si ha a disposizione un trasmettitore-eccitatore da 100 W di potenza a radiofrequenza erogata (come ad es. il Heath TX-1) si dovrà ovviamente impiegare uno stadio finale a radiofrequenza che richieda per la sua eccitazione una potenza di tale entità.

I triodi aventi una dissipazione anodica massima di 1 kW (con modulazione anodica) richiedono normalmente una potenza di eccitazione compresa fra 50 e 80 W. Tale potenza può essere perciò facilmente fornita dal trasmettitore da 100 W impiegato come eccitatore.

I tetrodi (come ad es. il 4-250 A) richiedono invece solo da 10 a

15 W di effettiva potenza di eccitazione per un corretto funzionamento come stadio finale di potenza a radiofrequenza di 1 kW di potenza assorbita per alimentazione anodica. Ciò porta come conseguenza che in questo caso l'uscita di un trasmettitore da 100 W, impiegato come eccitatore, deve venire ridotta a 15 W, se non si vuole sovraeccitare lo stadio finale. Ciò è antieconomico, poichè porta ad usare una resistenza di carico che riduca la potenza di uscita del trasmettitore-eccitatore. In un caso del genere sarà quindi conveniente impiegare, come tubo finale, un triodo piuttosto che un tetrodo e ciò, ripetiamo, per il solo fatto che il triodo assorbe una potenza di eccitazione di griglia corrispondente alla potenza di uscita dell'eccitatore.

Invece se la potenza di uscita di un trasmettitore, impiegato come eccitatore, è compresa fra 15 e 40 W (come è il trasmettitore Ranger della Johnson) non si avrà una potenza di eccitazione sufficiente per eccitare un triodo da 1 kW di potenza assorbita per l'alimentazione anodica. In questo caso, per realizzare uno stadio finale di forte potenza, occorrerà impiegare un tetrodo che richieda bassa potenza di eccitazione di griglia, oppure si potrà usare un triodo meno potente, che richieda perciò una minore potenza di eccitazione rispetto a quello da 1 kW. Tale triodo potrà avere, ad esempio, 250 W di potenza di alimentazione anodica.

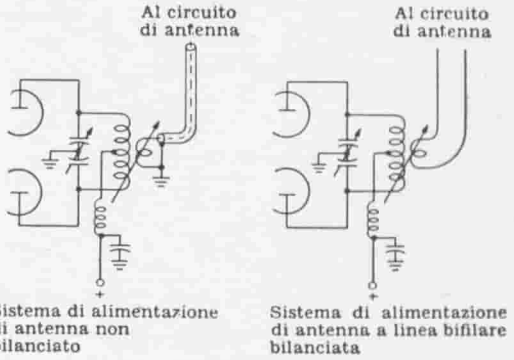


Figura 1.
CIRCUITI DI USCITA CON SECONDARI DI ACCOPPIAMENTO PER AMPLIFICATORI IN CONTROFASE

Progetto degli amplificatori finali - Scelta del circuito

Negli amplificatori finali di potenza a radiofrequenza possono essere impiegati indifferentemente due tubi amplificatori in controfase o un solo tubo amplificatore.

Se si impiegano tubi di tipo recente e circuiti correttamente progettati, entrambi i tipi di amplificatori possono dare un alto rendimento di funzionamento e un basso livello di armoniche in uscita.

I circuiti in controfase, tanto se con tetrodi quanto se con triodi, impiegano normalmente un secondario di accoppiamento all'an-

tenna o al sintonizzatore di antenna.

Fra amplificatore e antenna verrà normalmente impiegata una linea di alimentazione.

È posibile impiegare linee di alimentazione di antenna bilanciate o non bilanciate, come si vede dalla figura 1, impiegando rispettivamente nei due casi o la linea bifilare bilanciata o quella coassiale non bilanciata.

L'esperienza più recente suggerisce di impiegare negli stadi amplificatori in controfase bobine di accordo anodico intercambiabili. Ciò porta alla necessità di poter accedere all'interno della custodia che racchiude l'amplificatore finadi potenza, per poter eseguire la sostituzione della bobina di accordo anodico.

Per fare ciò occorrerà attuare una apertura nella custodia, con l'accorgimento però che sia possibile ripristinare la completa schermatura dopo avere sostituito la bobina. Qualora non si seguisse tale norma, si avrebbe la radiazione di forti livelli di armoniche da parte dell'amplificatore finale a radiofrequenza, con conseguenti interferenze nelle ricezioni televisive.

Anche gli amplificatori finali ad un solo tubo elettronico, o come si suol dire ad un solo « polo caldo », possono impiegare il circuito di uscita con secondario di accoppiamento. Con questi amplificatori però è più agevole impiegare una bobina di accordo anodico con varie prese intermedie o comunque la cui induttanza possa venire variata. Riuscirà così possibile effettuare dal pannello anteriore del trasmettitore la variazione dell'induttanza della bobina di accordo anodico, evitando perciò di dover eseguire la sostituzione di essa e quindi di dover forare la custodia per poter cambiare la bobina.

Negli ultimi tempi stanno prendendo sempre più sviluppo i circuiti di uscita a π, accoppiati a sistemi coassiali di alimentazione di antenna. Con essi l'antenna viene direttamente accoppiata al circuito anodico del trasmettitore.

4-2 Amplificatori con triodi in controfase

La fig. 2 rappresenta un normale circuito amplificatore in controfase.

Sebbene possano essere apportate numerose varianti ai circuiti di alimentazione anodica, di filamento e di tensione negativa di polarizzazione di griglia, si può considerare quello di figura 2 come circuito fondamentale per uno stadio amplificatore con triodi in controfase.

Alimentazione dei filamenti Il trasformatore di alimentazione dei filamenti deve essere posto direttamente sul telaio del trasmettitore, più vicino possibile ai tubi da alimentare. Fra trasformatore e piedini dei tubi si debbono effettuare collegamenti i più corti possibile, al doppio scopo di ridurre la caduta di tensione in tali collegamenti e di evitare che questi captino sensibili livelli di segnale a radiofrequenza.

Se i collegamenti di filamento fossero troppo lunghi, potrebbe avvenire che un amplificatore, per sua natura stabile, divenga instabile specialmente se tali collegamenti risultano esposti al campo irradiato dal circuito anodico dello stadio amplificatore di potenza.

La tensione di filamento deve avere esattamente il valore prescritto dal costruttore del tubo. Essa deve essere misurata direttamente sui piedini del tubo.

Si troverà che è molto utile impiegare un trasformatore di alimentazione dei filamenti che abbia varie tensioni al primario. Sarà così possibile regolare opportunamente la tensione di accensione dei filamenti.

Qualora si dovesse optare fra una tensione di accensione più alta e una più bassa rispetto al valore prescritto dal costruttore del tubo, si scelga quella più alta. In caso di sovraccarico, una tensione di filamento leggermente più alta del normale non darà luogo ad una minore durata del tubo.

I condensatori di fuga sul fila-

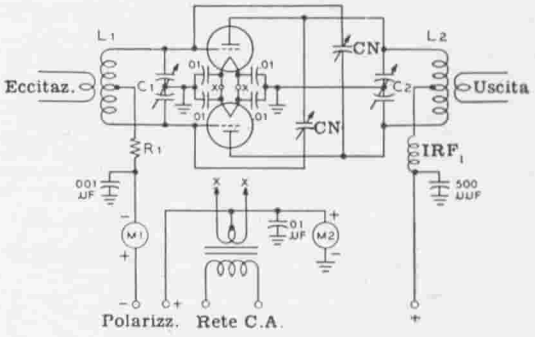


Figura 2.

NORMALE CIRCUITO AMPLIFICATORE IN CONTROFASE

La disposizione meccanica deve essere simmetrica e i dispositivi di accoppiamento di uscita debbono essere anche essi bilanciati rispetto alla bobina di accordo anodico.

C_1 - Circa 1,5 µµF per metro di lunghezza d'onda, per sezione.

C_2 - Vedasi quanto detto a proposito del dimensionamento del circuito accordato anodico, nel Cap. VII del Radio Handbook.

C_3 - Circa 500 µµF - 10.000 V - condensatore ceramico.

C.N. - La capacità massima che può assumere il condensatore di neutralizzazione deve essere maggiore della capacità griglia-anodo riportata nei dati caratteristici dei tubi impiegati. Invece la capacità minima deve essere minore. La spaziatura del condensatore di neutralizzazione deve essere almeno 1,5 volte quella del condensatore di accordo anodico.

R_1 - 100 Ω - 20 W. Questo resistore serve anche come impedenza a radiofrequenza a basso Q.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza per tutte le bande, proporzionata alla corrente anodica dei tubi.

M_1 - M_2 - Strumenti atti alla misura delle correnti di griglia e anodica. Tutti i condensatori di fuga da 0,001 µF sono del tipo ceramico, a disco.

L_1 - Bobina intercambiabile da 50 W, con primario di entrata al centro.

L_2 - Bobina intercambiabile, dimensionata per la potenza sviluppata dallo stadio, con secondario di uscita al centro.

mento debbono essere del tipo a bassa induttanza interna, e con capacità di circa 0,01 μF. Per ogni piedino dello zoccolo si deve usare un proprio condensatore di fuga.

Per evitare risonanze spurie nella struttura interna del filamento del tubo, si eviterà di usare condensatori di fuga aventi capacità inferiore a 0,01 μF.

Quando si desideri avere una bassa caduta di tensione nei collegamenti di filamento e si desidera evitare accoppiamenti parassiti nocivi si userà, per tali collegamenti, cavo schermato di opportuna sezione.

Alimentazione anodica Per l'alimentazione anodica di stadi in controfase il metodo più soddisfacente è quello « in serie », mostrato in fig. 2. Questo metodo di alimentazione comporta che la bobina del circuito anodico è sottoposta all'alta tensione di alimentazione anodica. Comunque questo fatto non porta praticamente ad alcun aggravio nell'isolamento della bobina, dato che questa risulta comunque sottoposta alla tensione a radiofrequenza, che ha un valore dello stesso ordine di grandezza della tensione continua di alimentazione anodica, per cui in ogni caso è necessario isolare accuratamente la bobina contro qualsiasi contatto accidentale o scarica disruptiva nell'isolamento.

L'isolamento degli organi costituenti il circuito accordato anodico va dimensionato alla tensione alla quale tale circuito è sottoposto.

Normalmente si dimensiona lo isolamento in modo che possa resistere ad una tensione almeno quattro volte maggiore di quella effettivamente esistente sul circuito.

Per sicurezza, gli eventuali strumenti per la misura della corrente anodica dello stadio finale debbono essere inseriti nel circuito di ritorno di catodo, poichè altrimenti vi sarebbe pericolo di scarica fra il pannello frontale del trasmettitore e la bobina dello strumento, qualora questa venisse sottoposta ad una tensione superiore ad un migliaio di volt.

Polarizzazione negativa di griglia Il metodo migliore per ottenere la tensione negativa di polarizzazione di griglia per uno stadio finale di potenza a radiofrequenza funzionante in telegrafia o in fonia con modulazione anodica, consiste nell'impiego di una polarizzazione fissa, sufficiente a proteggere i tubi da guasti nel caso venisse a mancare l'eccitazione, e di ottenere il resto di polarizzazione mediante la tensione di autopolarizzazione che si sviluppa nella resistenza del cir-

cuito di griglia per effetto della corrente di eccitazione rettificata dalla griglia stessa.

Se si vuole, si può omettere lo alimentatore di tensione di polarizzazione negativa di griglia, nel caso che si trasmetta in fonia, purchè venga incorporato nel circuito di alimentazione anodica dell'amplificatore a radiofrequenza un relè di sovraccarico. Tale relè deve essere regolato in modo da scattare immediatamente quando si toglie l'eccitazione all'amplificatore.

Il resistore di griglia R_1 serve molto bene anche come impedenza a radiofrequenza nel circuito di griglia, dato il basso valore della tensione di eccitazione e dato il basso valore di Q del circuito di griglia.

Non è perciò necessario impiegare impedenze a radiofrequenza nel circuito di ritorno della polarizzazione di griglia dell'amplificatore, se non quelle necessarie per eliminare eventuali armoniche.

L'alimentatore che fornisce la tensione negativa di polarizzazione di griglia può essere montato sullo stesso telaio dell'amplificatore di potenza a radiofrequenza. Bisogna però in questo caso evitare che i suoi componenti risultino sottoposti all'intenso campo elettromagnetico esistente dentro la custodia dell'amplificatore e pertanto sarà necessario attuare un'ampia schermatura di tutti i suoi componenti e applicare opportuni filtri a tutti i collegamenti che entrano e escono nell'alimentatore.

Il circuito di griglia

Siccome la potenza nel circuito di griglia di un amplificatore è sempre molto minore di quella esistente sul circuito anodico, è consuetudine impiegare nel circuito di griglia un condensatore variabile con lo statore suddiviso, avente le lamine con piccola spaziatura. Questo condensatore deve avere una capacità sufficiente a fare funzionare il circuito di griglia alle frequenze più basse.

Un condensatore variabile di dimensioni fisiche ridotte ha un più alto rapporto fra capacità massima e minima, per cui con esso diviene possibile realizzare un apparato che possa coprire tutte le varie bande dilettantistiche comprese fra 10 e 80 metri di lunghezza d'onda, senza necessità di ricorrere a condensatori semivariabili in derivazione su esso, da inserire in corrispondenza delle varie bande.

Il rotore del condensatore variabile di griglia è collegato a massa e ciò, oltre a semplificare il montaggio del condensatore, rende possibile bilanciare il circuito di entrata, rendendolo elettricamente simmetrico. Inoltre, colle-

gando a massa il rotore del condensatore variabile, si ostacola lo innesco di oscillazioni parassite a VHF poichè queste vengono scaricate a massa nel circuito di griglia.

Il rapporto L/C del circuito di griglia deve essere relativamente basso e si deve fare attenzione che la risonanza di questo circuito non si abbia per valori di capacità del condensatore variabile molto bassi. Ciò renderebbe assai più probabile l'innesco di oscillazioni parassite nello stadio.

La bobina di griglia dovrà essere costituita da filo di 1,5-2 mm di diametro, per stadi richiedenti una potenza di eccitazione dello ordine di 100 W.

Onde ridurre il campio irradiato da essa e quindi facilitare l'ottenimento di una buona neutralizzazione, la bobina di griglia dovrà avere le minime dimensioni possibili.

Disposizione del circuito

La norma più importante che si deve tener presente nel costruire un amplificatore a radiofrequenza in controfase consiste nel mantenere una perfetta simmetria elettrica su ambo i lati del circuito bilanciato. A tal fine sarà di estrema importanza l'eguaglianza dei valori delle capacità parassite di entrambi i lati del circuito verso massa.

Grandi masse metalliche poste in vicinanza di una estremità del circuito di griglia o di quello anodico possono generare gravi squilibri, specialmente sulle frequenze più alte, alle quali i valori di capacità di accordo di tali circuiti sono ovviamente molto ridotti, per cui la differenza di capacità verso massa delle due estremità diviene ancor più sensibile.

Spesso si ha squilibrio di capacità verso massa quando uno dei due estremi del circuito accordato di griglia o anodico è posto molto vicino ad un pannello metallico. La soluzione a tale problema consiste in tal caso nel montare la bobina parallelamente al pannello metallico in modo che le due estremità di essa presentino lo stesso valore di capacità verso massa. Se ciò non fosse possibile, si potrà porre, affacciata all'estremità libera della bobina, una lastra metallica che determini l'equilibrio delle due capacità verso massa.

Tutte le volte che sia possibile, le bobine di griglia e anodica dovranno essere montate con gli assi ortogonali fra loro e inoltre debbono essere distanziate più che possibile onde ridurre al minimo il loro accoppiamento reciproco.

Un eventuale accoppiamento fra le bobine dei circuiti di griglia e anodico tenderà a rendere dipendente dalla frequenza la neutraliz-

zazione che si effettua sullo stadio, per cui sarà necessario riaccordare il condensatore di neutralizzazione tutte le volte che si cambia la gamma di frequenza di lavoro. Tutti i collegamenti a radiofrequenza dovranno essere eseguiti i più corti possibile. I collegamenti che provengono dalla griglia o dall'anodo dei tubi debbono raggiungere dapprima il relativo condensatore di accordo e successivamente l'induttanza.

Il collegamento fra induttanza e capacità di un circuito accordato dovrà essere eseguito con un conduttore di dimensioni uguali a quello che si è impiegato nella costruzione della bobina.

Il collegamenti che vanno allo anodo o alla griglia dei tubi di potenza può essere eseguito con trecciola di rame stagnata oppure con una striscia sottile di rame.

I collegamenti per la neutralizzazione debbono andare direttamente alle griglie e agli anodi dei tubi e debbono essere distanziati dai collegamenti che da questi elettrodi vanno ai rispettivi circuiti accordati. Qualora si impiegasse un tratto del collegamento fra le griglie e i relativi circuiti accordati, oppure fra gli anodi e i loro circuiti accordati per condurre la tensione di neutralizzazione, ne risulterebbe instabilità dell'amplificatore, specialmente su alcune particolari frequenze.

Eccitazione In generale si può stabilire che la potenza di eccitazione da inviare alle griglie di uno stadio amplificatore a radiofrequenza con triodi in controfase è circa il 10 per cento della potenza di uscita fornita dallo stadio.

Invece i tetrodi o i pentodi necessitano di una potenza di eccitazione compresa fra l'1 e il 3 per cento della potenza di uscita utile. Se si eccita esageratamente un tetrodo o un pentodo, spesso si ha come risultato un minore rendimento e quindi una minore potenza di uscita.

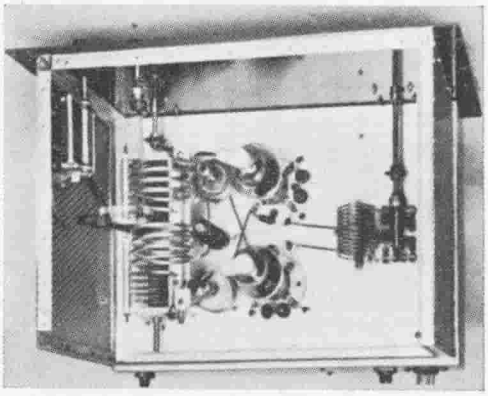
Costruzione di amplificatori in controfase La chiave del successo nel progetto degli amplificatori in controfase è la simmetria.

Nella Fig. 3 è rappresentato, visto dall'alto, un amplificatore da 350 W per tutte le bande di frequenza, impiegante due tubi tipo 811-A in controfase.

Il circuito di questo amplificatore corrisponde a quello riportato nello schema elettrico di Fig. 2, eccetto che i tubi 811-A sono del tipo a polarizzazione zero. Pertanto i terminali del circuito di polarizzazione vanno cortocircuitati fra loro e, per tensioni di alimentazione anodica non superiori a 1300 V, non va impiegato alcun alimentatore esterno per la polarizzazione negativa di griglia.

Figura 3.
DISPOSIZIONE COSTRUTTIVA DELL'AMPLIFICATORE DA 350 W CON TRIODI IN CONTROFASE

Su questo amplificatore sono impiegati due tubi tipo 811-A. Nella parte sinistra del telaio vi è il condensatore variabile di accordo del circuito volano anodico dell'amplificatore sul quale condensatore è montata la bobina di accordo del circuito stesso. Questa bobina è dotata di un secondario spostabile per l'accoppiamento col carico. Essa è del tipo intercambiabile (con innesti). Il rotore del condensatore variabile a statore suddiviso può venire isolato da massa, quando si desideri aumentare la sicurezza contro eventuali scariche fra le lamine del condensatore variabile. Si noti che il secondario di accoppiamento col carico è accordato in serie, in modo da ridurre la reattanza del circuito. Il condensatore variabile di accordo in serie ha lo spigolo di una lamina piegata verso l'interno, in modo che il condensatore variabile vada in cortocircuito quando il suo rotore viene ruotato verso la capacità massima. Nella parte destra del telaio sono sistemati la bobina e il condensatore variabile che costituiscono il circuito accordato di griglia. Anche la bobina di questo circuito è del tipo intercambiabile, con primario di accoppiamento (link) posto al centro di essa.



Vicino agli zoccoli dei tubi, in serie con i conduttori di collegamento di griglia, sono poste piccole impedenze di blocco delle oscillazioni parassite. Fra i piedini di filamento dei tubi e massa sono inseriti dei condensatori di fuga ceramici da 0,01 μF. Come si vede da questa fotografia, tutta la parte superiore del telaio è racchiusa entro una custodia di alluminio forato, che impedisce la radiazione di energia a radiofrequenza.

In questo amplificatore, tutti i componenti a radiofrequenza sono montati sul piano superiore del telaio.

Il condensatore variabile di accordo del circuito volano anodico e la bobina spostabile, che costituisce su tale circuito il secondario di accoppiamento col carico, sono visibili a sinistra.

Fra il circuito volano anodico e i due tubi sono stati sistemati i due condensatori di neutralizzazione, del tipo ceramico a disco.

Sulla parte destra del telaio è posto il circuito volano di griglia. Sono anche visibili le piccole impedenze di blocco delle oscillazioni parassite, poste fra gli zoccoli dei tubi e il circuito di griglia.

In questo amplificatore, gli strumenti indicatori delle correnti di griglia e anodica sono posti sotto il telaio e così risultano schermati rispetto al campo a radiofrequenza esistente sulla parte superiore dell'amplificatore.

I triodi di maggior potenza, come ad esempio i tipi 810 e 8000 possono venire impiegati con successo negli amplificatori a radiofrequenza da circa un kilowatt di potenza. Però, siccome questi tubi hanno una capacità interelettrodica piuttosto alta, bisogna progettare con cura la disposizione meccanica dell'amplificatore. In corrispondenza di ciascuna estremità del circuito volano anodico verrà sistemato un tubo e il rela-

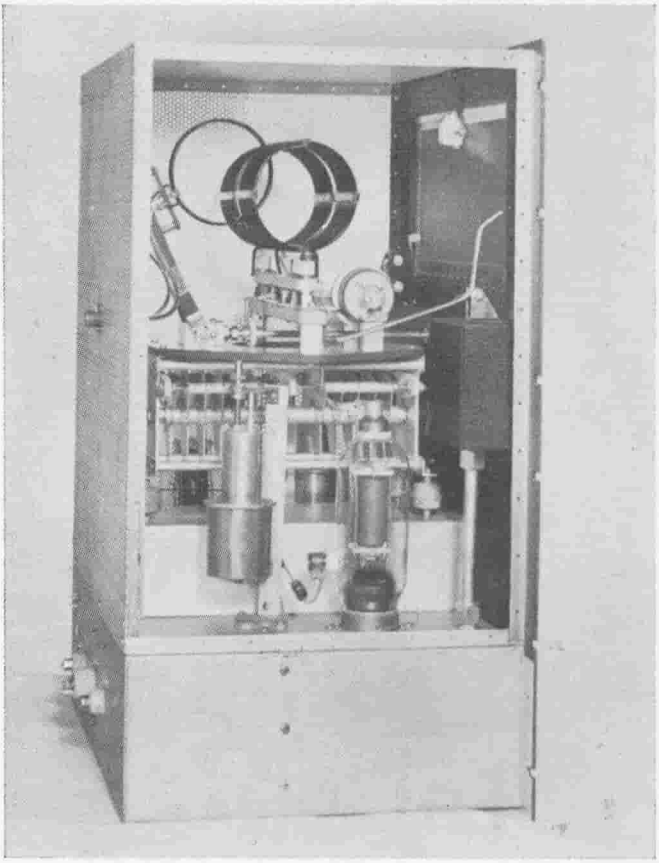


Figura 4.

UNA COSTRUZIONE A TELAIO UNICO PERMETTE DI TENERE I COLLEGAMENTI PIU' CORTI POSSIBILI IN QUESTO AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT

Negli amplificatori di forte potenza i componenti hanno ovviamente dimensioni rilevanti. Ciò spesso genera complicazioni nella disposizione costruttiva degli amplificatori. In questo amplificatore, il condensatore variabile di accordo del circuito volano anodico è sistemato sopra un piccolo telaio, avente la forma di una scatola, disposto perpendicolarmente al pannello frontale dell'amplificatore. La bobina di accordo al circuito volano anodico è montata su una piastra di materiale isolante, a sua volta montata sul condensatore variabile di accordo del circuito stesso. Il secondario spostabile di accoppiamento col carico viene mosso mediante una manopola, posta sul pannello frontale dell'amplificatore, e mediante un gruppo di ingranaggi conici a 90°. Nel pannello frontale dell'amplificatore è ricavata una finestra per la sostituzione della bobina del circuito del volano anodico. Durante il funzionamento, questa finestra deve essere chiusa mediante uno sportello. Quando questo sportello viene aperto, viene azionata una asticciola che collega a massa il circuito di alimentazione anodica, dando così sicurezza all'operatore nella esecuzione del cambio della bobina. Si noti che il conden-satore variabile di accordo del circuito volano anodico è sostenuto da quattro condensatori del tipo per filtraggio dell'EAT dei televisori. Questi condensatori impediscono che fra le armature del condensatore variabile di accordo anodico sia presente, oltre alla tensione a radiofrequenza, anche la tensione continua di alimentazione anodica. Vicino al terminale di griglia del tubo 810 è visibile la piccola impedenza di blocco delle oscillazioni parassite.

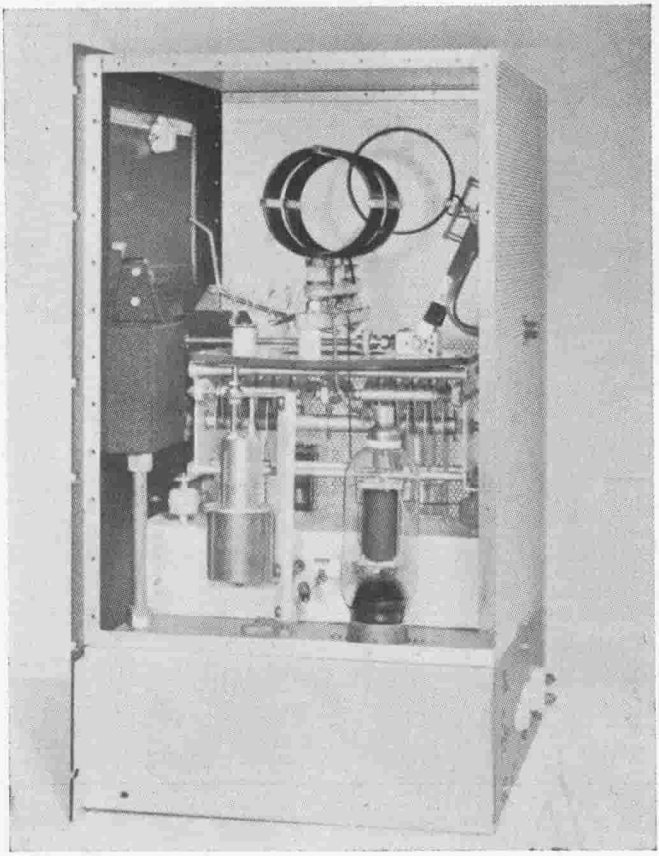


Figura 5.

L'AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT DI FIGURA 4, VISTO DA SINISTRA

Sopra gli strumenti schermati è posto il micro-interruttore (microswitch) di protezione, che interrompe l'alimentazione del primario del trasformatore di alta tensione anodica quando lo sportello del pannello frontale viene aperto. Gli zoccoli dei tubi sono incassati nel telaio, in modo che la sommità della ghiera metallica degli zoccoli stessi sporga di circa 12 mm rispetto al piano del telaio. Mentre lo zoccolo del tubo che si vede in primo piano è posto più vicino alla parete posteriore della custodia, lo zoccolo dell'altro tubo, non visibile in questa fotografia, è posto più vicino al pannello frontale. (Ciò può essere meglio visto nella fotografia di Fig. 6). Mediante questa trasposizione si riduce la lunghezza dei collegamenti di neutralizzazione, dato che tali collegamenti partono dagli statori del condensatore di accordo anodico. In primo piano in questa fotografia, è visibile uno dei due condensatori di neutralizzazione, posto a sinistra del rispettivo tubo. L'altro condensatore di neutralizzazione (non visibile in questa fotografia) è posto più vicino alla parete posteriore della custodia, dietro il relativo tubo (guardando l'amplificatore dal pannello frontale).

tivo condensatore di neutralizzazione (vedi Figg. 4 e 5) in modo da ottenere la minima lunghezza possibile per i collegamenti di interconnessione. Come è visibile dalle Figg. 4, 5 e 6 la posizione relativa dei tubi di neutralizzazione e dei condensatori è simmetrica rispetto agli assi della bobina.

La bobina del circuito accordato anodico è montata parallelamente al pannello frontale dell'amplificatore ed è sostenuta da una piastra di materiale isolante, a sua volta montata sul condensatore di accordo dell'amplificatore.

Il condensatore di accordo del circuito volano dell'amplificatore è montato su un piccolo telaio avente la forma di una scatola. Dentro questa scatola viene montato il condensatore di accordo del circuito di griglia, come è chiaramente visibile dalla fotografia di Fig. 6.

Per un corretto funzionamento di questo amplificatore è necessario un alimentatore esterno per la tensione negativa di polarizzazione di griglia.

Le tensioni di lavoro dell'amplificatore possono essere determinate in base ai foglietti di istruzione allegati ai tubi che si intendono impiegare, oppure in base ai dati caratteristici di funzionamento dei tubi trasmittenti, riportati in fondo al Radio Handbook, traduzione italiana a cura della C.E.L.I.

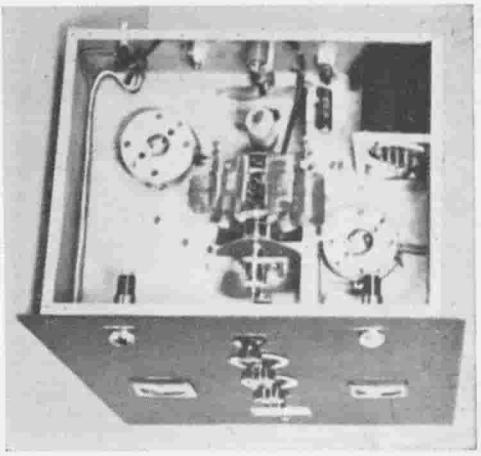


Figura 6.

IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT CON TRIODI IN CONTROFASE, VISTO DAL BASSO

Il condensatore variabile di accordo del circuito di griglia e l'impedenza a radiofrequenza del circuito anodico sono contenuti dentro un piccolo telaio a forma di scatola, montato perpendicolarmente al pannello frontale. Il gruppo di commutazione delle bobine di griglia è montato su due squadretti e in questa fotografia risulta in primo piano rispetto al foro rettangolare eseguito nel telaio principale dell'amplificatore. La ermeticità della schermatura della custodia, ai fini della generazione di interferenze televisive, è garantita da una lastra metallica fissata al fondo della custodia stessa.

Ogni volta che nel pannello anteriore della custodia di un amplificatore sia necessario eseguire una finestra per consentire la sostituzione delle bobine, è consigliabile applicare un interruttore in modo che, quando viene aperto lo sportello di questa finestra, per accedere all'interno dell'amplificatore, avvenga automaticamente l'interruzione del circuito di alimentazione anodica dell'amplificatore.

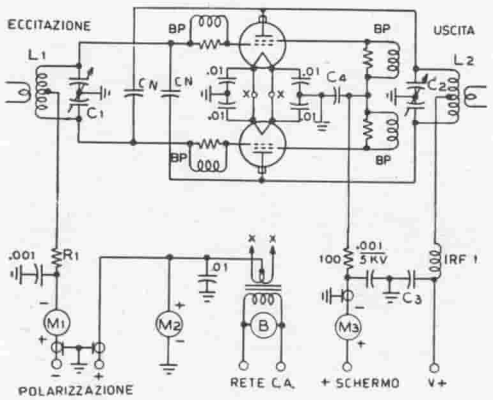


Figura 7.
CIRCUITO NORMALE DI AMPLIFICATORE CON TETRODI IN CONTROFASE

L'amplificatore con tetrodi in controfase impiega molti componenti uguali a quelli che si usano negli amplificatori con triodi in controfase. (Vedi Fig. 2). Però è necessario provvedere anche alla alimentazione delle griglie schermo.

V - Ventilatore per i piedini di filamento dei tubi.

C_4 - Condensatore da 0,001 μF - 5 kV a bassa induttanza interna.
(Centralab - tipo 858 S - 1000).

CN - Vedi testo e Fig. 8.

BP - Bobina di blocco contro le oscillazioni parassite. 3 spire filo smaltato ∅ 2 mm avvolte su un resistore ad impasto da 50 Ω - 2 W.

Nota - Quando si usano tetrodi aventi diversi piedini collegati alla griglia schermo, si collegheranno fra loro tali piedini nello zoccolo del tubo, mediante una striscia di rame, alta 10 mm. Si collegherà un estremo della impedenza di blocco delle oscillazioni parassite al centro di questa striscia.

4-3 Amplificatori con tetrodi in controfase

Sebbene la moderna tecnica sia orientata verso l'impiego di tetrodi in parallelo, tuttavia i tetrodi possono essere usati anche in amplificatori in controfase.

Nella Fig. 7 è riportato lo schermo elettrico di un tipico amplificatore con tetrodi in controfase.

Le avvertenze date nel paragrafo 4-2 e concernenti l'alimentazione dei filamenti, l'alimentazione anodica e la polarizzazione negativa di griglia degli amplificatori a triodi in controfase, possono applicarsi integralmente agli amplificatori a tetrodi in controfase.

Però, siccome negli amplificatori a tetrodo si hanno alti valori di amplificazione di potenza, bisogna porre ogni cura nel ridurre al minimo possibile l'accoppiamento fra circuito di uscita e circuito di entrata.

Molti radiotecnici hanno avuto una amara esperienza nell'impiego dei tetrodi, a causa delle forti oscillazioni spurie che si manifestano negli amplificatori impieganti tali tubi. Bisogna infatti considerare che nei tetrodi ad alta amplificazione di potenza si può praticamente ottenere la massima potenza di uscita con una insignificante potenza di eccitazione di griglia. In queste condizioni è ovvio che qualunque, anche se piccolissimo, ritorno di energia dal circuito anodico al circuito di griglia provocherà instabilità o innesco di autooscillazioni nello stadio.

A meno che non vengano attuati particolari accorgimenti nel progetto elettrico e meccanico dell'amplificatore, è inevitabile che si abbia ritorno di energia dal circuito anodico al circuito di griglia degli amplificatori a tetrodi.

Fortunatamente questi accorgimenti sono di semplice attuazione.

I circuiti di griglia e di filamento debbono essere isolati (schermati) rispetto al circuito anodico. Per ottenere ciò si porranno tali circuiti in telai a forma di scatola, ermeticamente chiusi.

Tutti i collegamenti che partono da queste scatole debbono essere filtrati e muniti di opportuni condensatori di fuga, in modo che attraverso essi non possa penetrare dentro la scatola alcun segnale a radiofrequenza indesiderato. Con questo accorgimento, il trasferimento di energia a radiofrequenza dal circuito anodico al circuito di griglia rimane limitato a quello che avviene unicamente per effetto della capacità anodo-griglia del tubo.

Nei tetrodi, tale capacità è dell'ordine di 0,25 $\mu\mu$F.

In condizioni normali, anche un valore così ridotto di capacità interelettrodica è sufficiente a produrre una condizione di funzionamento assai instabile, o addirittura l'innesco di autooscillazione dello stadio amplificatore. Il fatto poi che l'amplificatore autooscilli o meno dipende dalle perdite del circuito e dalla induttanza propria dei collegamenti dello stadio. Si può dire che, a meno che i tubi non vengano efficacemente neutralizzati, esiste sempre una condizione alla quale, in particolari condizioni di funzionamento, si ha instabilità del circuito o addirittura autooscillazioni del circuito stesso. Se si è fortunati, e se il circuito anodico dell'amplificatore è molto caricato, si può riuscire ad ottenere che un amplificatore con tetrodi in controfase, non neutralizzato, non inneschi, ossia si può evitare che la capacità griglia-anodo dei tubi determini l'autooscillazione dell'amplificatore. Ciò può avvenire per effetto di una fortuita reazione esterna di piccola entità, che si forma nei collegamenti di alimentazione dell'amplificatore e che sia tale da annullare (ossia neutralizzare) la reazione interna del circuito amplificatore.

È ovvio però che una tale fortunata combinazione non è sempre riproducibile, ossia non si ha alcuna garanzia che, eseguendo un secondo esemplare dello stesso amplificatore, si ottenga la stessa caratteristica di funzionamento stabile. È questa una delle principali ragioni per cui molti radiotecnici, dopo aver eseguito un amplificatore a tetrodo « esattamente alla maniera descritta in un libro o in una rivista » hanno riscontrato che il funzionamento dell'amplificatore non corrisponde minimamente con quanto era stato descritto.

Questo stato di cose può venire facilmente superato, semplicemente adottando la neutralizzazione negli stadi amplificatori con tetrodi a forte amplificazione di poten-

za. Solo per questa via, e dopo aver eseguito le prove necessarie per accertare l'eventuale presenza di oscillazioni parassite (ed avere eliminato queste ultime qualora fossero presenti), si può essere certi che l'amplificatore a tetrodo si comporterà in maniera eccellente su tutte le bande di frequenza. In una parola, solo così l'amplificatore è « riproducibile ».

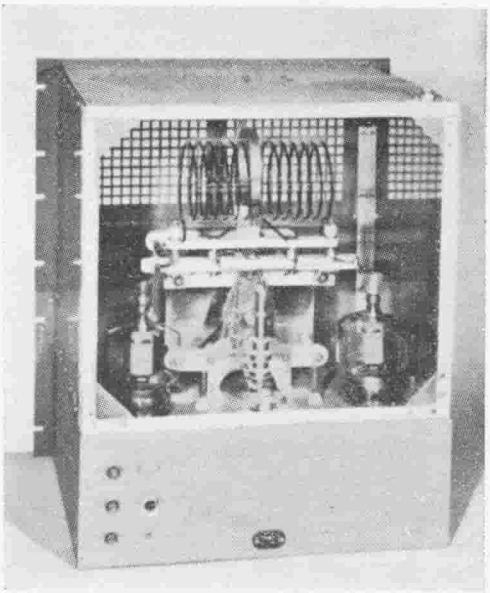


Figura 8.
L'AMPLIFICATORE CON TETRODI 4 - 250 A IN CONTROFASE VISTO POSTERIORMENTE

Sono visibili le astine di neutralizzazione, montate su isolatori ceramici a passante, poste vicino ad ogni zoccolo per tubo. I collegamenti di alimentazione a bassa tensione che vanno nel comparto del circuito di griglia sono filtrati mediante condensatori di fuga posti sull'angolo sinistro in basso del telaio. Per completare la schermatura della custodia dell'amplificatore, mediante viti si fisserà alla flange posteriori di essa una lastra metallica. (Questa lastra è stata tolta per poter eseguire la fotografia).

Riepilogando, per ottenere un corretto funzionamento degli stadi amplificatori a tetrodi — siano essi in controfase o in parallelo — occorre che:

1) esista un completo isolamento (schermatura) fra il circuito di griglia e il circuito anodico;

2) i tubi siano neutralizzati;

3) il circuito sia esente da oscillazioni parassite.

Costruzione degli amplificatori Gli amplificatori con tetrodi in controfase debbono essere costruiti adottando due « scatole » ermeticamente chiuse a radiofrequenza. In una di esse verrà posto il circuito anodico.

Nelle Figg. 8 e 9 sono visibili due disposizioni tipiche, che hanno dato risultati assai soddisfacenti. L'amplificatore impiega un condensatore variabile di accordo anodico del tipo « a farfalla » della Barker e Williamson.

I tetrodi 4-250A sono montati verso il bordo posteriore del telaio uno da una parte e uno dall'altra rispetto al condensatore variabile. Le ghiere metalliche degli zoccoli dei tubi vanno collegate a massa mediante molle a pressione.

I condensatori di neutralizzazione sono realizzati mediante astine di rame, di lunghezza regolabile, poste in vicinanza dei rispettivi tubi.

Queste astine sono collegate incrociate alle griglie sotto il telaio e costituiscono, con gli anodi dei tubi, le piccole capacità di neutralizzazione necessarie per i tetrodi.

La neutralizzazione è necessaria ogni qual volta i tubi vengono fatti funzionare con alti valori di amplificazione di potenza e con alte tensioni di alimentazione di griglia schermo.

Man mano che aumenta la frequenza di funzionamento dei tubi, la induttanza del collegamento di griglia schermo (internamente al tubo) assume una importanza sempre maggiore e impedisce sempre più un efficace ritorno a massa per la griglia schermo.

Esiste un valore di frequenza critica (ad esempio 45 MHz per il tubo 4-250A) alla quale la induttanza di griglia schermo determina una condizione di risonanza serie. A tale frequenza si dirà che il tubo è autoneutralizzato. Al di sopra di questa frequenza la griglia schermo del tetrodo non può più risultare « a potenziale a radiofrequenza nullo » impiegando i normali condensatori di fuga.

Con circuiti di tipo normale, i tubi 4-250A hanno la tendenza ad autooscillare nella gamma da 120 MHz a 160 MHz.

I tetrodi a bassa capacità, che possono funzionare efficacemente a frequenze così alte, hanno la tendenza a generare forti oscillazioni parassite su queste frequenze anche quando l'apparato, nel quale sono adoperati, funziona a frequenze sensibilmente più basse.

Il rimedio a questo stato di cose consiste nell'introdurre nel circuito perdite adeguate alla frequenza delle oscillazioni parassite, in modo da bloccare la tendenza del-

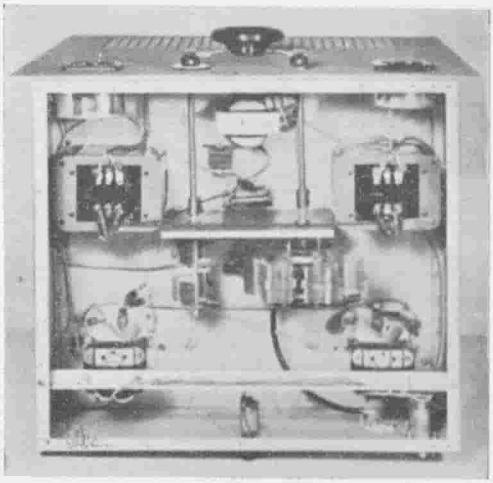


Figura 9.

IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE CON TETRODI 4-250 A IN CONTROFASE, VISTO DAL BASSO

L'alimentatore per la tensione di polarizzazione dell'amplificatore è montato sotto il telaio, sulla parte anteriore centrale, fra i due alberini di comando. Sotto ciascuno zoccolo per tubo è montato un ventilatore. Al fondo della custodia verrà applicata una lastra metallica, avvitata alle flange del telaio. Questa lastra completa la schermatura di tutta la parte dell'amplificatore posta sotto il piano del telaio.

l'amplificatore verso tali oscillazioni. Nell'amplificatore che descriviamo è stato seguito appunto questo criterio.

Durante una lunga serie di prove aventi per scopo la stabilizzazione di amplificatori impieganti tetrodi di potenza, si è riscontrato che i dispositivi di soppressione delle oscillazioni parassite risultano molto più efficaci quando vengono inseriti nei collegamenti di griglia schermo dei tetrodi.

Si è constatato che in caso di innesco di oscillazioni parassite, la griglia schermo di questi tubi assume una tensione a radiofrequenza dell'ordine del migliaio di volt. Interponendo fra griglia schermo e massa condensatori di fuga, anche se di capacità notevole e eseguendo i collegamenti di massa con striscie di rame, si è riscontrata solo una piccola diminuzione della ampiezza delle oscillazioni parassite.

Un ecellente rimedio contro le oscillazioni parassite consiste nel separare l'uno dall'altro i collegamenti di griglia schermo che vanno agli zoccoli dei due tubi 4-250A e nell'inserire fra ogni piedino di griglia schermo degli zoccoli dei tubi e il condensatore di fuga di griglia schermo una impedenza di blocco delle oscillazioni parassite. Dopo aver fatto ciò, si è notato che la tendenza alle oscillazioni parassite sussiste solo per i più alti valori di tensione anodica.

Per eliminare del tutto questa tendenza, basterà inserire, in serie ad ogni collegamento di griglia dei tubi 4-250A, una piccola impedenza di blocco delle oscillazioni parassite.

Le astine di neutralizzazione sono montate su due isolatori a passante e collegate incrociate alle griglie controllo dei tubi 4-250-A, sotto il telaio.

Queste astine sono filettate, in modo da poter sporgere più o meno rispetto all'isolatore, per la esecuzione della messa a punto della neutralizzazione.

Date le dimensioni assai ridotte di molti tetrodi, è necessario raffreddare i piedini di filamento, esponendoli ad un getto d'aria soffiata. Per ottenere ciò, si porrà sotto il telaio un piccolo ventilatore il quale invierà l'aria di raffreddamento direttamente allo zoccolo del tubo, come è chiaramente visibile nella Fig. 9.

Accordo degli amplificatori in controfase mediante variazione di induttanza

Il circuito accordato anodico degli amplificatori in controfase deve presentare verso massa una impedenza bassa sulle frequenze armoniche, se si vuole ottenere una efficace soppressione di tali frequenze.

I normali condensatori variabili a statore suddiviso presentano una

impedenza piuttosto alta alle frequenze VHF, frequenze nelle quali ovviamente giacciono le armoniche della frequenza di lavoro e che sono quelle che provocano le interferenze più gravi.

Come condensatore variabile di accordo del circuito volano anodico si potrebbe adoperare un condensatore variabile doppio, del tipo sotto vuoto, dato che questo tipo di condensatore presenta una induttanza interna estremamente bassa. Però il costo di tali condensatori è piuttosto alto. Una soluzione recentemente trovata a questo problema consiste nella sostituzione del condensatore variabile a statore suddiviso con due economici condensatori fissi sotto vuoto. L'accordo dell'amplificatore verrà ottenuto variando la induttanza della bobina del circuito volano anodico, alla maniera visibile in Fig. 10.

Sul piano superiore del telaio sono montati, in posizione verticale, due condensatori fissi nel vuoto. I reofori superiori di questi condensatori sono collegati agli

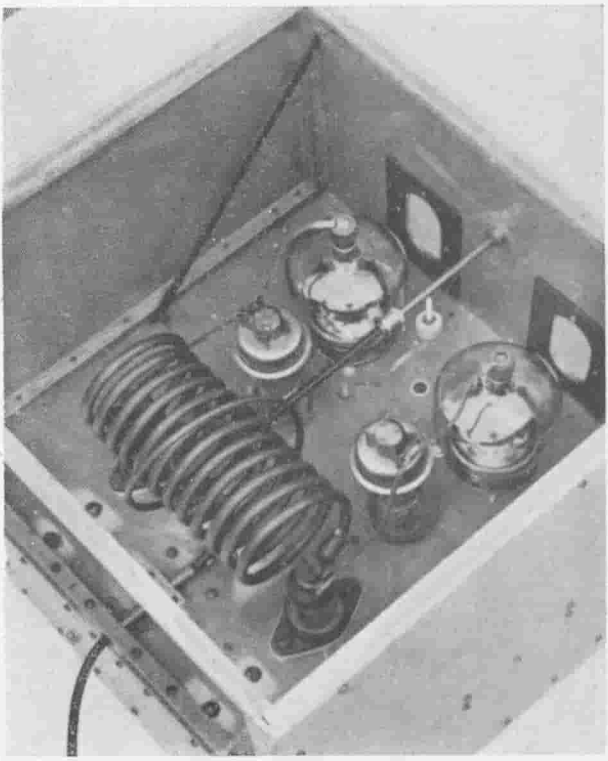


Figura 10.

L'ACCORDO DEGLI AMPLIFICATORI IN CONTROFASE MEDIANTE VARIAZIONE DI INDUTTANZA PUO' ESSERE APPLICATO AGLI AMPLIFICATORI DI FORTE POTENZA

Il condensatore variabile a statore suddiviso del circuito accordato anodico dell'amplificatore è stato sostituito con due condensatori fissi sotto vuoto, che costituiscono così per le armoniche esistenti sul circuito accordato anodico una via ad induttanza molto bassa. L'accordo viene ottenuto variando la inclinazione di un anello (di una sola spira) in cortocircuito, posto internamente alla bobina di accordo anodico, al centro di essa. Questa spira di cortocircuito è realizzata con tubo di rame di 10 mm di diametro. La spira più grande che si vede esternamente alla bobina del circuito volano anodico è il secondario di accoppiamento con l'antenna.

anodi dei tubi amplificatori, mediante striscie di rame (aventi perciò induttanza bassa). La risonanza del circuito volano anodico viene ottenuta variando la posizione di una spira di rame in cortocircuito, posta dentro la bobina del circuito accordato anodico dell'amplificatore. Questa spira è costituita da uno spezzone, di lunghezza adeguata, di tubo di rame di 10 mm di diametro, avvolta ad anello con 50 mm di diametro.

La risonanza approssimativa del circuito accordato anodico dell'amplificatore verrà ottenuta variando la distanza fra le spire della bobina di accordo anodico (realizzata anch'essa con tubo di rame).

L'accoppiamento fra la bobina del circuito volano anodico e il circuito di antenna è eseguito mediante un secondario di accoppiamento, ossia alla maniera solita.

Questo interessante sistema di accordo del circuito volano anodico di un amplificatore consente la copertura completa di una delle bande di frequenza di quelle a minore lunghezza d'onda, assegnate ai radiodilettanti.

4-4 Amplificatori con circuito di uscita a π

Gli amplificatori che più frequentemente oggi vengono impiegati tanto nei trasmettitori di tipo commerciale quanto in quelli radiodilettantistici fanno uso del circuito di uscita a π, eseguito secondo una delle configurazioni rappresentate in Fig. 11. Questo tipo di circuito di uscita è particolarmente adatto per amplificatori con tetrodi, ma sotto particolari condizioni può essere usato anche su amplificatori a triodi.

Nella Fig. 11 A è rappresentata una delle forme più comuni di amplificatore con circuito di uscita a π.

Il circuito a π costituisce un sistema di adattamento di impedenza fra l'anodo del tubo amplificatore e un circuito di antenna a bassa impedenza del tipo sbilanciato.

La induttanza e la capacità del condensatore di entrata del circuito a π possono venire variati, in modo da accordare il circuito su un campo di frequenze avente rapporto 10 a 1 (normalmente da 3 a 30 MHz).

Per il funzionamento nella gamma di frequenze compresa fra 20 e 30 MHz, si porrà il cursore della bobina variabile L_2 in modo da escludere totalmente tale bobina dal circuito. Pertanto per la parte più alta del campo di frequenze di funzionamento la induttanza di accordo risulta costituita solo dalla bobina L_1. Questa bobina non ha nè prese intermedie nè cursore ed è costruita in modo da presentare

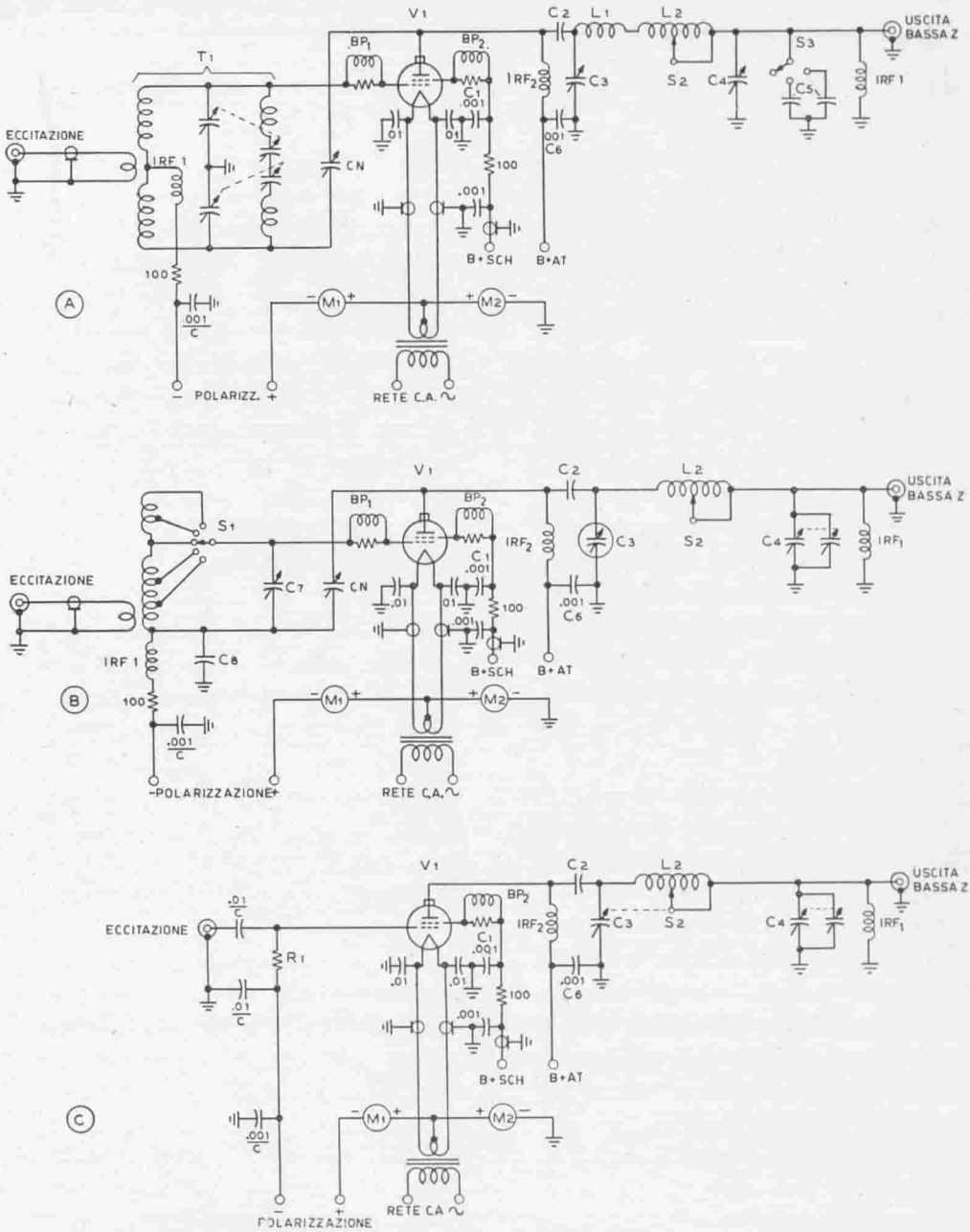


Figura 11.
TIPICI CIRCUITI DI USCITA A π

A - Un circuito di griglia con variabile a statore suddiviso fornisce la tensione in opposizione di fase necessaria per la neutralizzazione di griglia del tetrodo.
Nel circuito anodico è impiegata una bobina variabile con cursore, in serie ad una piccola bobina ausiliaria fissa, che serve per il funzionamento su 28 MHz.
Il circuito multiplo T_1 di accordo di griglia copre la gamma da 3,5 a 30 MHz senza alcuna commutazione.

B - Nello stadio amplificatore a tetrodo sono usate bobine di griglia e anodica con prese intermedie e un circuito di neutralizzazione « a ponte ».
All'entrata del circuito di uscita a π è usato un condensatore variabile sotto vuoto.

C - Questo semplice circuito amplificatore è reso attuabile mediante l'impiego di un circuito di entrata aperiodico (con resistore di carico) e di una induttanza variabile anodica, che viene regolata insieme col condensatore variabile di accordo anodico, mediante un comando unico ad ingranaggi.

BP_1 - BP_2 - Impedenze di blocco contro le oscillazioni parassite. 3 spire filo rame ∅ 1 mm con copertura di cotone, avvolte su un resistore ad impasto da 52 Ω - 2 W.

il Q più alto possibile alla frequenza più alta della gamma.

La bobina regolabile L_2 (tanto se del tipo con prese intermedie come se del tipo a cursore) normalmente avrà un Q più basso di quello della bobina fissa L_1.

L'impedenza di carico sull'amplificatore può venire variata regolando i condensatori C_4 e C_5.

Il valore di capacità necessario all'uscita del circuito a π è inversamente proporzionale alla frequenza di funzionamento e alla impedenza del circuito di antenna. Una capacità di carico che possa venire variata da 1000 $\mu\mu$F a 2500 $\mu\mu$F normalmente è in grado di assicurare la copertura del campo di frequenze compreso fra 3,5 MHz e 30 MHz.

Il circuito di uscita a π di solito è alimentato in parallelo. Così facendo, la bobina e i condensatori del circuito stesso non vengono sottoposti alla tensione continua di alimentazione anodica. Oltre che dal condensatore C_2, questi componenti sono tenuti a potenziale continuo di massa anche per effetto della impedenza e radiofrequenza IRF-1.

Il componente che risulta maggormente sollecitato è la impedenza a radiofrequenza IRF-2. Pertanto occorre che questo componente venga progettato in maniera adeguata, tenendo presenti le sollecitazioni cui è sottoposto. Esso deve avere bassa capacità distribuita fra le spire e non deve presentare risonanze spurie proprie, entro tutto il campo di frequenze di funzionamento.

La soppressione delle oscillazioni parassite viene attuata mediante le impedenze BP-1 e BP-2 inserite nei collegamenti di griglia controllo e di griglia schermo del tubo. Nell'elenco dei componenti, riportato sotto la Fig. 11, sono indicati i valori più adatti per queste due impedenze.

L'efficacia della soppressione delle oscillazioni parassite dipende prevalentemente dal tipo di condensatore C_1 usato come condensatore di fuga sulla griglia schermo. Questo componente deve avere un'induttanza propria estremamente bassa per tutto il campo di frequenze di lavoro dell'amplificatore e anche nel campo delle VHF, dove per lo più sono presenti le oscillazioni parassite. Detto condensatore deve poter resistere ad una tensione almeno uguale al doppio della tensione continua di alimentazione della griglia schermo. Nel caso di modulazione sull'anodo, questo condensatore deve poter resistere con continuità ad una tensione uguale a quattro volte la tensione esistente sulla griglia schermo in assenza di modulazione.

Praticamente non esistono condensatori che possiedano tutti i requisiti che abbiamo elencati poco sopra per il condensatore C_1.

Il sistema migliore che si possa seguire per superare questa difficoltà consiste nell'impiegare il telaio dell'amplificatore come una delle armature del condensatore. Si eseguirà un « sandwich » interponendo fra il telaio che costituisce l'armatura di massa del condensatore e una lamina di metallo, collegata alla griglia schermo, una lastrina di materiale isolante ad alta costante dielettrica. I condensatori di questo tipo presentano una induttanza propria molto bassa, ma sono piuttosto ingombranti e richiedono perciò una spazio che non sempre è disponibile sotto il telaio.

Un condensatore di fuga molto adatto per la griglia schermo è il tipo 858S-1000 della Centralab, che ha i seguenti dati di targa: capacità 1000 μμF; tensione di lavoro 5000 V. Questo condensatore ceramico è di ingombro molto ridotto ed ha una induttanza propria relativamente bassa. Esso può venire fissato al telaio mediante una vite da 5 mm. In molte fotografie di amplificatori descritti in questo capitolo è visibile questo condensatore.

Un ulteriore sistema di filtraggio della griglia schermo consiste nel portare la tensione di alimentazione per quest'ultima mediante un cavetto schermato, interponendo poi fra il conduttore interno e il piedino di griglia schermo del tubo, un resistore da 100 Ω. Fra il piedino della griglia schermo dello zoccolo e massa, verrà posto un condensatore da 0,001 μF del tipo ceramico.

Nella Fig. 11 sono riportate le varie forme che più frequentemente assumono i circuiti di uscita π.

La configurazione (A) impiega il cosiddetto circuito volano di griglia per tutte le bande di frequenza, mentre nel circuito di uscita a π è impiegata una bobina variabile con cursore.

Il circuito (B) adotta la soluzione della commutazione delle bobine del circuito di griglia, la neutralizzazione a ponte e una bobina a prese intermedie nel circuito di uscita a π. Il condensatore variabile C_3 è del tipo sotto vuoto.

Il circuito della Fig. 11 (C) sta diventando più popolare e viene prevalentemente applicato negli amplificatori lineari in Classe AB_1. I tetrodi, funzionanti in Classe AB, non assorbono alcuna corrente di griglia e pertanto non richiedono alcuna potenza di eccitazione. Per il loro funzionamento è necessario soltanto applicare alla griglia una tensione a radiofrequenza. Con questo tipo di amplificatore è possibile fare a meno del circuito accordato di griglia e del condensatore di neutralizzazione. Al loro posto verrà impiegato semplicemente un resistore di carico sul circuito di griglia, ai capi del quale risulterà applicata la tensione di eccitazione a radiofrequenza,

necessaria per lo stadio. Questo resistore potrà essere dell'ordine di 50 Ω÷300 Ω a seconda delle esigenze del circuito.

Se si vuole applicare alla griglia una tensione di eccitazione sufficientemente alta, bisognerà che su questo resistore si dissipi una potenza considerevole; ma molto spesso è più economico realizzare uno stadio eccitatore che fornisca una potenza notevole, piuttosto che realizzare nell'amplificatore un circuito di griglia che possa venir accordato su tutta la gamma di frequenze di funzionamento. Inoltre, il fatto che il circuito di griglia abbia impedenza relativamente bassa elimina qualsiasi tendenza dello stadio verso la instabilità, tendenza che invece risulta assai pronunciata con i circuiti di Fig. 11 (A) e 11 (B).

Nel circuito di Fig. 11 (C) non è necessaria la neutralizzazione e molto frequentemente si può fare a meno di inserire le impedenze di blocco delle oscillazioni parassite. Come contropartita a queste semplificazioni bisogna applicare, come si è detto, allo stadio una maggiore potenza di eccitazione, la quale si dissiperà totalmente sul resistore R_1 di carico di griglia.

Il circuito di uscita a π riportato in Fig. 11 (C) presenta un interesse maggiore per il fatto che l'induttanza variabile L_2 e il condensatore variabile di accordo anodico C_3 sono a comando unico. Infatti il cursore della prima e il rotore del secondo sono comandati contemporaneamente da un gruppo ad ingranaggi. Con questo artificio si rende possibile accordare l'amplificatore mediante una sola manopola, posta sul pannello frontale dell'amplificatore, invece che con le due manopole richieste per il circuito della Fig. 11 (A).

Progettando e costruendo accuratamente la bobina variabile con cursore, si può eliminare la bobina ausiliaria L_1 destinata alle frequenze più alte, riducendo così il costo e la complessità del circuito.

Per accoppiare il circuito di griglia dell'amplificatore di potenza con lo stadio separatore, si può usare un solo circuito accordato, alla maniera indicata in Fig. 12.

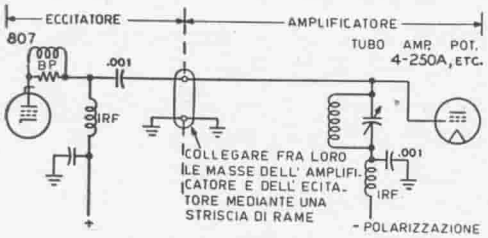


Figura 12.

CIRCUITO DI ACCOPPIAMENTO CAPACITIVO FRA L'ECCITATORE E LO STADIO AMPLIFICATORE FINALE, NEL QUALE SI FA USO DI UN SOLO CIRCUITO ACCORDATO, COMUNE AD ENTRAMBI

In questo semplice circuito di accoppiamento, il circuito di griglia dello stadio amplificatore agisce come circuito anodico dell'eccitatore. I collegamenti fra i tubi debbono essere i più corti e diritti possibile.

L'unica precauzione da prendere consiste nell'assicurare un buon collegamento di massa fra i due circuiti.

4-5 Amplificatore lineare a banda laterale unica per autoveicoli

La trasmissione a banda laterale unica può considerarsi la più adatta per stazioni radio installate su autoveicoli, per il fatto che con essa si può ottenere la massima potenza di trasmissione limitando al minimo la potenza di alimentazione primaria assorbita sull'impianto elettrico di bordo.

Inoltre, se si installa sull'autoveicolo il nuovo sistema di alimentazione ad alternatore trifase si può ottenere una potenza di alimentazione primaria dell'ordine del migliaio di watt, sufficiente per alimentare un trasmettitore a banda laterale unica da un kilowatt di potenza sul picco di inviluppo del segnale.

L'amplificatore lineare da un kilowatt che descriveremo in questo paragrafo è progettato in modo da avere un ingombro estremamente ridotto, relativamente alla potenza da esso erogata. Inoltre esso è comandato a distanza e può funzionare su una qualsiasi delle bande di frequenza assegnate ai radiodilettanti.

Figura 13.
L'AMPLIFICATORE LINEARE A BANDA LATERALE UNICA PER AUTOVEICOLI IMPIEGA DUE TETRODI 4W-300B RAFFREDDATI AD ACQUA

Le dimensioni di questo amplificatore sono paragonabili a quelle dell'eccitatore. Le correnti di antenna, anodica e di griglia schermo sono indicate da lampadine visibili sul pannello frontale. Queste sostituiscono gli strumenti indicatori che risulterebbero più ingombranti e più costosi. Il nucleo di regolazione della bobina di griglia è posto sotto la manopola del condensatore variabile di accordo del circuito anodico dell'amplificatore.

Questo amplificatore può essere pilotato da un qualsiasi eccitatore che sia in grado di fornire una potenza di picco, sull'inviluppo del segnale, di uno o due watt.

Descrizione del circuito Nella Fig. 14 è riportato lo schema elettrico dell'amplificatore lineare da un kilowatt. In questo amplificatore è stato previsto l'impiego di due tubi Eimac 4W-300B, tetrodi con raffreddamento ad acqua. Volendo, questi tubi possono essere sostituiti con i tetrodi 4X-250B

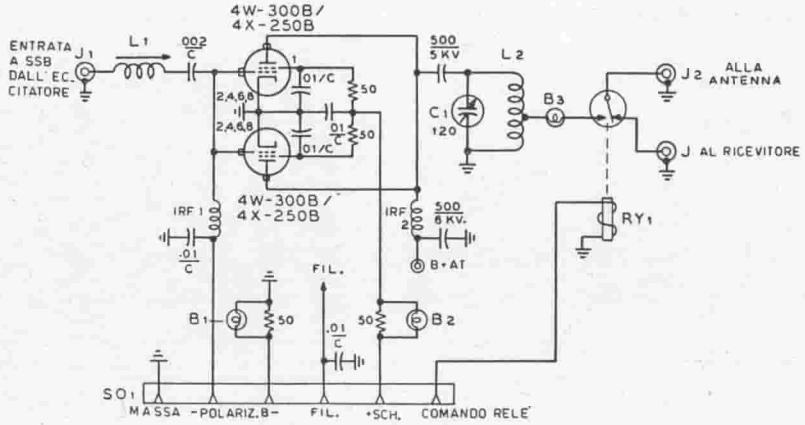


Figura 14.

SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE LINEARE PER AUTOVEICOLI

C_1 - Condensatore variabile sotto vuoto. 120 $\mu\mu$F - 5000 V. (Jennings GSLA - 120).

L_1 - (per 20 metri) 15 spire filo rame smaltato ∅ 1 mm avvolte su supporto ∅ 16 mm. Lunghezza della bobina 25 mm. Accordare ponendo J_1 in cortocircuito e con i tubi inseriti negli zoccoli.

L_2 - (per 20 metri) 6 spire tubo di rame argentato di 6,3 mm di diametro esterno. Diametro delle spire 6,3 mm. Lunghezza della bobina 50 mm. Regolare la presa intermedia di antenna in modo da ottenere un carico corretto.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH. (National R-100).

IRF_2 - 225 spire filo di manganina ∅ 0,3 mm avvolte su supporto di 16 mm di diametro. Lunghezza dell'avvolgimento 50 mm. In serie con una impedenza da 2,5 mH (National R-100). Volendo, queste due impedenze possono essere sostituite con un'unica impedenza a radiofrequenza Raypar tipo RL-102.

RY_1 - Relè ad una commutazione. Bobina di eccitazione a corrente continua adatta alla tensione dell'impianto elettrico di bordo dell'autoveicolo. Si consiglia l'impiego del relè sotto vuoto Jennings tipo RB - 1.

B_1 - B_2 - B_3 - Lampadine indicatrici.

B_1 - Deve essere del tipo da 500 mA.

B_2 - Deve essere da 60 mA.

B_3 - Deve essere del tipo da faro di autoveicoli, tale quindi da poter sopportare la forte corrente di antenna.

oppure 4CX-300A con raffreddamento ad aria forzata.

Se il funzionamento deve avvenire esclusivamente su autoveicoli è consigliabile l'impiego del raffreddamento ad acqua, poichè i ventilatori per il raffreddamento ad aria sono fonte di disturbi radio, oltre ad essere ingombranti e ad assorbire una potenza non trascurabile dal sistema elettrico di bordo dell'autoveicolo.

Il raffreddamento ad acqua, sebbene sia poco familiare ai radiodilettanti, o almeno a molti di questi, è relativamente semplice ed economico.

Per pompare l'acqua distillata da un serbatoio, inviandola agli anodi dei tetrodi 4W-300B si è fatto uso di una pompa Stewart-Warner. Il tubo che conduce la acqua dal serbatoio agli anodi è di polietilene. Dello stesso ma-

teriale è il tubo che dagli anodi riportata l'acqua nel serbatoio.

Il serbatoio è costituito da un recipente per benzina, del tipo di quelli residuati di guerra, che abbia una capacità compresa fra 4 e 5 litri (Fig. 17).

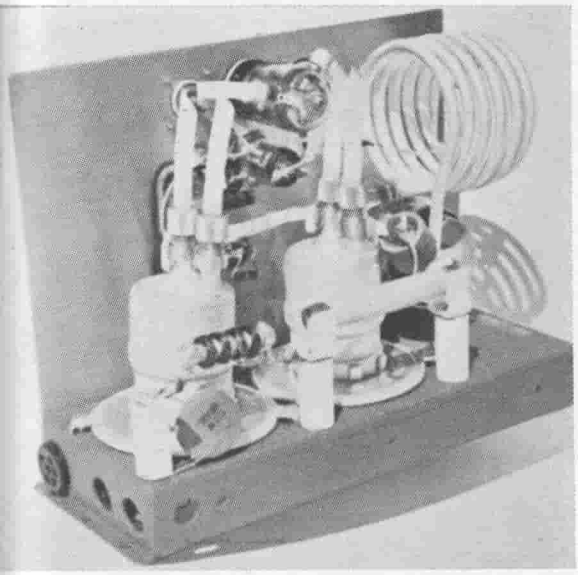


Figura 15.

LE PICCOLE DIMENSIONI DELL'AMPLIFICATORE SONO RESE POSSIBILI DALL'IMPIEGO DI TETRODI MINIATURA DA 300 W, RAFFREDDATI AD ACQUA

In questo amplificatore sono impiegati due tetrodi tipo 4 W - 300 B in parallelo. A destra è visibile la bobina del circuito accordato anodico. Sotto di essa è posto il condensatore variabile miniatura sotto vuoto. In primo piano è visibile la impedenza a radiofrequenza anodica, costruita ponendo in serie ad una impedenza auto-costruita, una impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH, di tipo reperibile in commercio. In sostituzione di questo gruppo si può adoperare una sola impedenza a radiofrequenza, del tipo indicato in calce alla Fig. 14. Come zoccoli per tubi sono stati usati gli speciali zoccoli costruiti dalla Eimac, che possiedono una induttanza propria estremamente bassa. Al centro in alto è visibile il relè di antenna, del tipo sotto vuoto.

La temperatura dell'acqua rimane inferiore a 35°C anche quando il trasmettitore viene fatto funzionare per lunghi periodi di tempo.

I manicotti per l'acqua di raffreddamento dei due tubi 4W-300B vanno collegati in serie, alla maniera indicata in Fig. 17.

È stato provato sperimentalmente che non è necessario aggiungere alcun altro sistema di raffreddamento, dato che quello ad acqua che stiamo descrivendo è più che sufficiente per mantenere i tubi ad una temperatura di sicurezza.

La pompa dell'acqua assorbe una corrente di 0,2 A quando funziona a pieno regime. Essa è montata in un angolo del « baule » dell'autoveicolo, allineata con il serbatoio d'acqua di raffredamento del trasmettitore. Il motore della pompa è collegato in modo da avviarsi non appena viene applicata la tensione di accensione ai filamenti dei tubi 4W-300B.

I due tetrodi 4W-300B sono elettricamente collegati in parallelo. Il loro circuito accordato anodico è del tipo a risonanza in parallelo, mentre il circuito di griglia è del tipo a π.

Il circuito volano anodico impiega un condensatore variabile (C_1) sotto vuoto, del tipo Jennings GSLA-120. La bobina di accordo del circuito volano anodi-

co è costruita con tubo di rame argentato.

La tensione di alimentazione anodica viene applicata ai due tubi attraverso una impedenza a radiofrequenza. Gli anodi dei tubi sono accoppiati al circuito volano anodico attraverso un condensatore ceramico da 500 μμF-5000 V.

Il sistema di antenna a bassa impedenza viene collegato direttamente ad una presa intermedia a bassa impedenza della bobina del circuito volano andico.

In serie con il collegamento di antenna è posta una lampadina di incandescenza a 6 V, del tipo usato per i fari delle automobili,

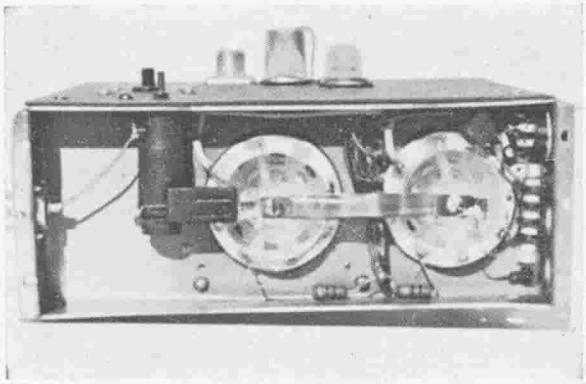


Figura 16.
IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE A BANDA LATERALE UNICA PER AUTOVEICOLI, VISTO DAL BASSO
Risulta evidente la estrema semplicità del circuito. Il circuito di entrata è a sinistra, collegato ai terminali di griglia degli zoccoli mediante una striscia di rame molto corta. Al centro sono visibili i resistori in serie alle griglie schermo. A destra è visibile la impedenza a radiofrequenza posta in serie alla polarizzazione di griglia e la presa di alimentazione. Il telaio verrà chiuso in basso da una lastra di alluminio, fissata con viti autofilettanti ai bordi interni del telaio stesso.

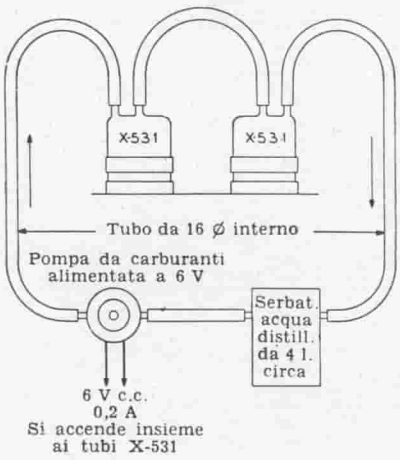


Figura 17.
SISTEMA DI CIRCOLAZIONE D'ACQUA PER TUBI X-531 (4 W - 300 B)

la quale serve a fornire una indicazione della entità della corrente a radiofrequenza che dal trasmettitore va all'antenna.

La commutazione dell'antenna dal trasmettitore al ricevitore viene eseguita mediante un relè ad una commutazione del tipo Jennings RB-1, miniatura, sotto vuoto.

Si consiglia di impiegare gli zoccoli dei tubi 4W-300B forniti dalla stessa Eimac, dato che questi sono a induttanza particolarmente bassa. Gli zoccoli vengono forniti completi di condensatore di fuga di griglia schermo, posto in maniera da costituire per la griglia schermo un ritorno a massa con impedenza estremamente bassa. Si semplifica così

in maniera sostanziale il problema delle oscillazioni parassite.

Nel circuito di griglia è impiegato un semplice circuito di entrata accordato in serie. La capacità interna di entrata del tubo costituisce con la bobina di griglia un circuito risonante in serie e ne determina l'accordo sulla frequenza di lavoro.

Siccome nel funzionamento di amplificatori in Classe AB, non si ha assorbimento di corrente di griglia, la tensione di polarizzazione di griglia dell'amplificatore potrà essere fornita semplicemente da una batteria di pile a secco. Si otterrà così una polarizzazione assolutamente stabile, di valore corretto e molto economica.

Per economia di spazio, gli strumenti indicatori della corrente di griglia schermo e della corrente anodica sono stati sostituiti con lampadine ad incandescenza, montate la prima in serie al collegamento di alimentazione delle griglie schermo e la seconda in serie al negativo dell'alta tensione di alimentazione anodica.

Costruzione dell'amplificatore

Dato che questo amplificatore funziona in Classe AB_1 e data la assoluta assenza di oscillazioni parassite, la generazione di frequenze armoniche della frequenza di lavoro risulta estremamente ridotta.

Con l'impiego di un condensatore variabile sotto vuoto — che ha una induttanza propria estremamente bassa — si realizza un ritorno a massa molto efficace per le armoniche a frequenza alta esistenti sul circuito anodico dell'amplificatore.

Da quanto sopra, deriva che con questo amplificatore non è necessaria alcuna particolare schermatura e alcun filtraggio nei collegamenti di alimentazione, anche nel caso in cui si intenda far funzionare l'amplificatore nella banda dei 28 MHz.

Ponendo l'amplificatore dentro il « baule » dell'autoveicolo e inserendo nel cavo coassiale di antenna un filtro passa-basso del tipo per televisione, si ottiene che le armoniche aventi frequenza tale da poter disturbare le ricezioni televisive risultano di un livello tanto basso, che praticamente non si genera alcun disturbo ai televisori anche più vicini, sintonizzati sul canale televisivo a frequenza più bassa e che ricevano un segnale di intensità modesta.

L'amplificatore verrà montato su un telaio metallico poco profondo e di dimensioni appena sufficienti a contenere i vari componenti (Fig. 15).

I due zoccoli per i tubi 4W-300B sono posti sulla parte sinistra del telaio , visto come in Fig. 15. Il condensatore variabile sotto vuoto è montato verso il bordo di destra

del pannello frontale, sempre visto come in Fig. 15.

La bobina del circuito volano anodico, costruita con tubo di rame argentato, verrà fissata con un terminale al reoforo posteriore del condensatore e con l'altro terminale ad una delle viti di fissaggio del condensatore stesso.

Bisogna accertarsi che esista un buon collegamento elettrico fra il reoforo di massa del condensatore variabile, il pannello e il telaio, dato che questo collegamento di massa entra a far parte del circuito volano anodico dell'amplificatore.

Al centro del pannello frontale sono poste le gemme per le tre lampade indicatrici, il relé di commutazione di antenna e le prese coassiali per l'antenna e per il ricevitore. Verso il bordo posteriore del telaio è situata la impedenza a radiofrequenza per gli anodi dei due tubi, visibile in primo piano nella fotografia di Fig. 15.

Nel modello originario sono state impiegate due impedenze a radiofrequenza in serie. Successivamente esse sono state sostituite con un'unica impedenza a radiofrequenza del nuovo tipo miniaturizzato costruito dalla Raypar (vedi elenco dei componenti, in calce alla Fig. 14).

I componenti del circuito di griglia dell'amplificatore sono montati nell'area compresa sotto il telaio (Fig. 16). Il fondo del telaio dell'amplificatore verrà chiuso mediante una lastra metallica di schermatura, che ha lo scopo di sottrarre i componenti del circuito di griglia dal campo a radiofrequenza irradiato dal circuito volano anodico dell'amplificatore.

La bobina di griglia L_1 è montata con l'asse perpendicolare al pannello frontale, così da consentirne la taratura regolandone il nucleo dal pannello frontale stesso.

I terminali di griglia sugli zoccoli dei tubi sono collegati fra loro mediante una striscia di rame, larga 6 mm e avente la minima lunghezza possibile. Se, invece di questa striscia di rame, si usasse un normale conduttore, per effetto della maggiore induttanza di questo si otterrebbero certamente oscillazioni parassite su VHF.

Funzionamento dell'amplificatore La installazione dell'amplificatore sull'autoveicolo va eseguita solo dopo averne controllato accuratamente il funzionamento. Per eseguire questo controllo si inseriscono nei collegamenti di alimentazione dell'amplificatore, opportuni strumenti per la misura della tensione di griglia, della corrente di griglia schermo e della corrente anodica.

Si esegue un accordo preliminare dell'amplificatore inserendo un carico fittizio sulla presa di antenna e facendo lavorare l'ampli-

ficatore stesso con tensioni anodica e di griglia schermo ridotte.

Si applica all'amplificatore un piccolo segnale di pilotaggio e si accorda la bobina di griglia. Quando il circuito di griglia risulta accordato sulla frequenza del segnale di pilotaggio, si vedrà crescere bruscamente la corrente anodica e quella di schermo.

Il carico sul circuito accordato anodico dipende dalla posizione della presa intermedia sulla bobina del circuito volano anodico.

La corrente di griglia schermo costituisce una indicazione assai sensibile dell'entità del carico di antenna sull'amplificatore.

Con una tensione anodica di circa 2000 V e con una potenza di alimentazione anodica di 1 kW sul picco dell'inviluppo del segnale, la corrente totale di griglia schermo risulterà di circa 10mA. Essa differisce alquanto da un tubo all'altro. Al crescere della tensione anodica, la corrente di griglia schermo gradualmente diminuisce, fino a diventare quasi zero per una tensione di alimentazione di 3000 V.

In generale, quando il circuito di antenna è sovraccoppiato con l'amplificatore, si ha minore corrente di griglia schermo; quando invece è sottoaccoppiato, la corrente di griglia schermo risulta più alta.

Con una tensione di alimentazione anodica di 3000 V, in condizioni di sovraccoppiamento fra antenna e circuito volano anodico dell'amplificatore, si avrà una corrente di griglia schermo *negativa*, mentre in condizione di sottoaccoppiamento fra i due circuiti la corrente di griglia schermo risulta positiva.

La condizione di carico ottimo si ha quando, durante la modulazione, la corrente di griglia schermo fluttua leggermente intorno al valore zero. In queste condizioni, la potenza di alimentazione anodica sul picco dell'inviluppo del segnale risulterà di circa 1500 W (500 mA con 3000 V).

L'alimentatore L' amplificatore è progettato per funzionare con un sistema di alimentazione collegato ad un alternatore trifase da 1500 W.

Un alimentatore con rettificatore trifase (Fig. 18) fornisce la tensione di alimentazione anodica per l'amplificatore (2500 V con 0,4 A).

Siccome la frequenza dell'alternatore è di 120 Hz o più alta (a seconda della velocità con cui viene fatto ruotare il rotore dell'alternatore), l'ondulazione esistente sulla tensione rettificata di uscita dell'alimentatore è inferiore al 5%, senza alcun filtraggio. Dato ciò, per ottenere una tensione di alimentazione anodica quasi assolutamente priva di ondulazione basterà montare sull'uscita dell'alimentatore un condensatore di piccola capacità. (È sufficiente un

condensatore da 4 μF). Con questo condensatore si otterrà anche una buona stabilità della tensione fornita dall'alimentatore in corrispondenza ai picchi di potenza di alimentazione assorbiti dall'amplificatore.

Al fine di economizzare nel consumo e per ragioni di ingombro, nell'alimentatore sono stati usati i nuovi rettificatori al silicio della Sarkes-Tarzian tanto nella sezione ad alta tensione quanto in quella a bassa tensione. Questi rettificatori possono essere montati in serie senza necessità di selezio-

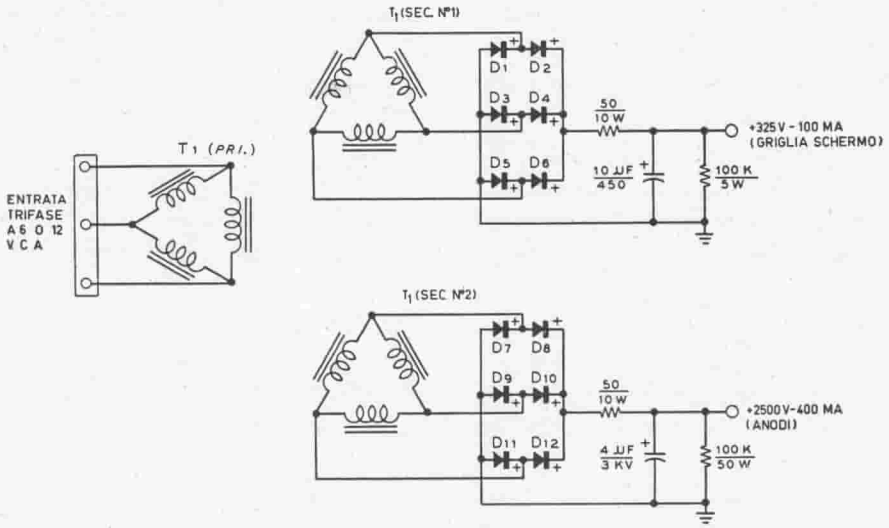


Figura 18.

SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE TRIFASE PER AUTOVEICOLI

$D_1 \div D_6$ - Rettificatori al silicio, da 500 mA (Sarkes-Tarzian M-500).

$D_7 \div D_{12}$ - Gruppo rettificatore per 2500 V - 130 mA. Rettificatori al silicio tipo 280 SM della Sarkes-Tarzian. Per eventuale sostituzione vedasi il testo.

T_1 - Speciale trasformatore di alimentazione trifase che sviluppi 2500 Vcc — 400 mA e 325 Vcc — 100 mA. I dati per il progetto e il nucleo magnetico possono essere richiesti alla Arnold Engineering Co - Marengo Illinois. (USA).

Tipo del nucleo: ATA-1573, con lamierino Hypersil da 0,3 mm, per 120 Hz.

Avvolgimento primario: (per 12 V) - Ciascun ramo: 15 spire filo smaltato ∅ 3,2 mm - (per 6 V) - Ciascun ramo: 7 spire filo smaltato ∅ 4,5 mm.

Secondario bassa tensione - Ciascun ramo: 265 spire filo smaltato ∅ 0,25 mm.

Secondario alta tensione - Ciascun ramo 2400 spire filo smaltato ∅ 0,32 mm.

Isolamento fra gli avvolgimenti 7,5 kV.

L'avvolgimento di alta tensione va posto più vicino al nucleo. Sopra di esso va eseguito l'avvolgimento a bassa tensione. Il primario va avvolto esternamente, con isolamento per 2 kV. Gli avvolgimenti vanno impregnati sotto vuoto. Dopo aver finito il montaggio del trasformatore, selezionare le fasi ponendo in serie con ciascun terminale del primario delle lampadine e collegando un ramo del primario ad un trasformatore a 6 V - 50 Hz. Quando le polarità sono corrette, le lampadine debbono accendersi appena al colore rosso. Le polarità al secondario sono corrette quando vengono sviluppate le corrette tensioni di alimentazione.

narli in maniera particolare. Con questo tipo di elementi rettificatori diviene possibile realizzare un rettificatore per alta tensione economico e di minimo ingombro: basterà collegare in serie un certo numero di rettificatori del tipo M-500, in modo da ottenere la necessaria tensione inversa di picco. Il costo più alto degli elementi rettificatori al silicio viene compensato dalla eliminazione dei tubi rettificatori e dello speciale trasformatore trifase di accensione dei filamenti.

Volendo, gli elementi rettificatori separati possono essere sostituiti dallo speciale gruppo rettificatore 280-SM della Sarkes-Tarzian.

Siccome l'alternatore non può fornire più di 1500 W di potenza, la tensione al primario cade sensibilmente durante i picchi di potenza assorbita dall'amplificatore. In questo alimentatore si è constatato che i rettificatori al silicio non vengono danneggiati neanche in caso di cortocircuito diretto sui terminali di uscita del rettificatore ad alta tensione.

Abbiamo descritto in maniera piuttosto dettagliata questo alimentatore anche allo scopo di fornire notizie utili anche alla realizzazione di altri alimentatori del genere, che possano servire per altri apparati.

Si tenga presente che alcuni dei componenti di questo alimentatore sono speciali e non sono facilmente reperibili sul mercato. Occorre quindi che il lettore applichi tutta la sua abilità nella realizzazione di un alimentatore costruito con il materiale che ha a disposizione.

Varianti al circuito dell'amplificatore lineare

È possibile aumentare la potenza erogabile dall'amplificatore aggiungendo in parallelo ai due tubi previsti nel progetto originario, altri tubi identici. Con tre tubi si può ottenere una potenza sul picco dell'inviluppo del segnale di 2 kW ad una tensione anodica di 3000 V. Con quattro tubi in parallelo la potenza di 2 kW sul picco dell'inviluppo del segnale verrà ottenuta con una tensione anodica di 2000 V.

È stato costruito un amplificatore sperimentale con cinque tubi in parallelo, con il quale si è ottenuta una potenza di picco di 3500 W sul carico fittizio di antenna. In tale amplificatore è stata introdotta la neutralizzazione e sono state inserite impedenze di blocco delle oscillazioni parassite, ottenendo così, in assenza di modulazione, un funzionamento assolutamente normale, esente da instabilità.

Nella Fig. 19 è rappresentata una versione dell'amplificatore realizzato come stazione fissa. Com-

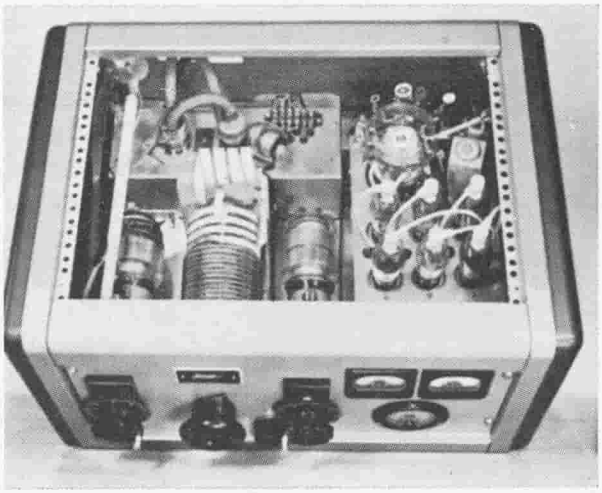


Figura 19.
L'AMPLIFICATORE LINEARE CON TETRODI 4 W - 300 B A RAFFREDDAMENTO AD ACQUA REALIZZATO PER IMPIEGO COME STAZIONE FISSA

In questo compatto amplificatore lineare possono essere usati i tubi 4 W - 300 B (con raffreddamento ad acqua) oppure i tubi 4 X - 250 B (con raffreddamento ad aria soffiata). I condensatori di entrata e di uscita del circuito a π sono del tipo sotto vuoto. L'alimentatore trifase è montato dentro la stessa custodia dell'amplificatore, nella parte destra di essa. A sinistra è visibile la impedenza a radiofrequenza a banda larga del circuito anodico, posta perpendicolarmente al pannello frontale. L'amplificatore funziona con una tensione anodica di 3000 V e sviluppa una potenza di 1500 W sul picco dell'inviluppo del segnale a banda laterale unica.

preso il circuito volano anodico a π e l'alimentatore trifase, questo amplificatore è stato costruito in una custodia di cm $30 \times 40 \times 47$.

Di particolare interesse è l'impedenza a radiofrequenza impiegata nel circuito anodico dello stadio amplificatore lineare. Questa impedenza di solito costituisce un componente critico, dato che ai capi di essa risulta applicata tutta la tensione anodica a radiofrequenza.

Per avere il massimo rendimento dell'amplificatore e le minime perdite di potenza, occorre che l'impedenza a radiofrequenza anodica presenti una impedenza di parecchie migliaia di ohm su tutte le frequenze di funzionamento dell'amplificatore. Si possono acquistare speciali impedenze a radiofrequenza che rispondano a questi requisiti. Qui di seguito ne descriviamo una che presenta prestazioni analoghe a quelle delle migliori impedenze acquistabili in commercio, pur risultando di un costo estremamente più basso.

La bobina di impedenza consiste di 250 spire di filo di manganina di 0,65 mm di diametro, coperto con doppia copertura di cotone e avvolte a spire affiancate su un bastoncino di legno stagionato e paraffinato di 12 mm di diametro.

La resistenza ohmica dell'avvolgimento di manganina è risultata molto utile per smorzare qualsiasi risonanza parziale dell'avvolgimento dell'impedenza, consentendo così di ottenere una impedenza alta e uniforme su tutte le bande di frequenza dilettantistiche comprese fra 80 e 10 metri di lunghezza d'onda. Questa impedenza a radiofrequenza è adatta anche per amplificatori lineari che sviluppino potenze sul picco dell'inviluppo del segnale, di 2000

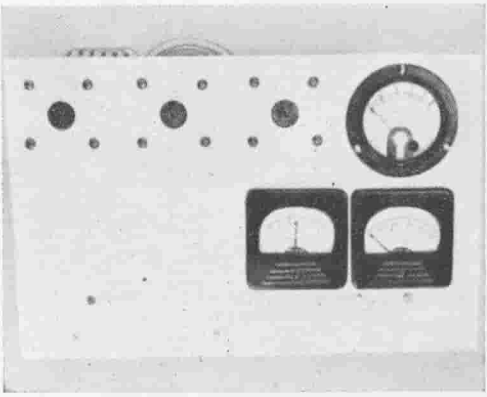


Figura 20.
L'AMPLIFICATORE LINEARE PER MOLTE BANDE DI FREQUENZA, INSTALLABILE SU AUTOVEICOLI, COMPRENDE TRE DIVERSI CIRCUITI ANODICI ACCORDATI, COMMUTABILI MEDIANTE RELE' COMANDATI A DISTANZA

Sulla parte sinistra in alto del pannello frontale sono posti i tre condensatori variabili sotto vuoto, per lo accordo dei rispettivi circuiti anodici accordati. A destra in alto sul pannello frontale è posto l'amperometro a termocoppia a radiofrequenza inserito nel circuito di uscita dell'amplificatore. Più in basso, a destra sul pannello frontale, vi sono lo strumento indicatore della corrente di griglia schermo, con zero centrale e il milliamperometro a corrente continua da 500 mA per la misura della corrente anodica dell'amplificatore.

W oppure per amplificatori a radiofrequenza con modulazione anodica che, in assenza di modulazione, assorbano 1000 W di potenza di alimentazione anodica.

4-6 Amplificatore lineare per molte bande di frequenza, installabile su autoveicoli

L'amplificatore lineare da un kilowatt, che descriviamo in questo paragrafo, è previsto per un funzionamento su tre delle bande di frequenza assegnate ai radiodilettanti. Esso può venire installato in un autoveicolo ed è comandabile a distanza.

L'amplificatore illustrato dalle fotografie è atto a funzionare sulle bande di 80, 40 e 20 metri di lunghezza d'onda ma, modificando opportunamente i circuiti accordati anodici, esso può ottimamente funzionare anche sulla bande a 15 e 10 metri di lunghezza d'onda.

Circuito dell'amplificatore L' amplificatore impiega due tetrodi ad anodo esterno, come ad esempio i tipi 4W-300B, 4X-250B, 4CX-300A.

Quando l'amplificatore deve funzionare installato su un autoveicolo è consigliabile adottare i tubi con raffreddamento ad acqua, mentre i tetrodi con raffreddamento ad aria forzata sono da preferire quando l'amplificatore deve funzionare prevalentemente come stazione fissa.

Nella Fig. 21 è riportato lo schema elettrico di questo amplificatore. Come si vede, esso costituisce una variante allo schema dell'amplificatore con circuito ad entrata aperiodico, riportato in Fig. 11 (c).

In questo amplificatore lineare sono impiegati tre distinti circuiti accordati anodici (con risonanza in parallelo). Ognuno di questi circuiti è costituito da una bobina co-

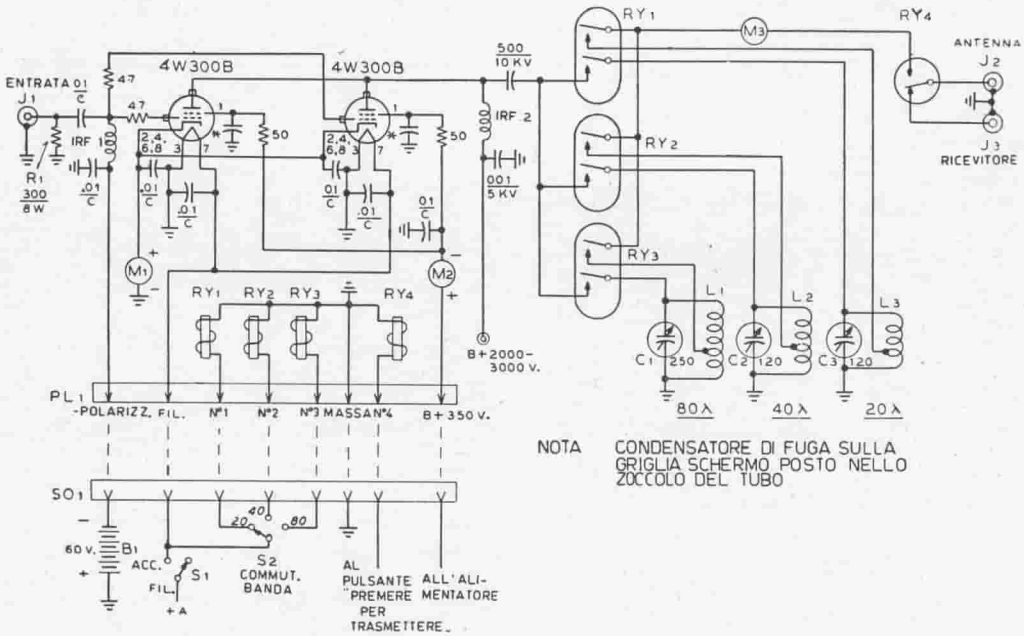


Figura 21.
SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE LINEARE PER MOLTE BANDE DI FREQUENZA INSTALLABILE SU AUTOVEICOLI

C_1 - C_2 - C_3 - Condensatori variabili sotto vuoto - Jennings tip GSLA. Usare quello da 250 μμF per 80 m e gli altri due da 120 μμF per le altre due bande. Tarare le bobine in modo che i circuiti risuonino con i condensatori variabili posti quasi sulla massima capacità.

L_1 - 16 spire tubo di rame argentato di 6,3 mm di diametro, avvolte con diametro 63 mm. Lunghezza della bobina 89 mm. La presa di antenna deve essere posta a circa 2 spire dall'estremo di massa.

L_2 - 8 spire di tubo di rame argentato di 6,3 mm di diametro avvolte con diametro di spire e distanza fra le spire uguali alla bobina L_1. La presa di antenna deve essere posta a circa 2 spire dell'estremo di massa.

L_3 - 5½ spire tubo di rame argentato di 6,3 mm di diametro avvolte con diametro di spire e distanza fra le spire uguali alla bobina L_1. La presa di antenna deve essere posta a circa ¾ di spira dall'estremo di massa.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH (National R - 100).

IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza a banda larga, per 500 mA (Raypar RL - 102).

RY_1 - 2 - 3 - Relè a due chiusure (Jennings tipo RB - sotto vuoto) Bobina di eccitazione adatta alla tensione dell'impianto elettrico di bordo.

RY_4 - Relè ad una commutazione (Jennings tipo RB - sotto vuoto) Bobina di eccitazione adatta alla tensione dell'impianto elettrico di bordo (indirizzo della Casa Jennings: Jennings Radio Co. San Jose - Calif.).

M_1 - Milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.

M_2 - Microamperometro a corrente continua da 500 + 500 μA fondo-scala, con zero centrale. (Con resistenza in parallelo per aumentare la portata a 50 + 50 mA fondo scala).

M_3 - Amperometro a radiofrequenza da 5 A fondo scala.

---

struita con tubo di rame argentato, in parallelo con un condensatore variabile miniatura sotto vuoto, del tipo Jennings GSLA. Questi nuovi condensatori variabili hanno dimensioni estremamente ridotte e possono essere ac-

cordati mediante alberini muniti di fenditura, in sostituzione delle più ingombranti e costose manopole a demoltiplica, munite di contatore, che si dovevano usare con i precedenti tipi di condensatori variabili sotto vuoto.

L'antenna a bassa impedenza, che verrà installata sull'autoveicolo, è inserita direttamente ad una presa intermedia effettuata sulla bobina di ciascun circuito accordato anodico. La posizione di questa presa verrà determinata sperimentalmente.

La selezione del circuito accordato anodico dell'amplificatore lineare viene eseguita mediante relé del tipo miniatura, a doppia interruzione, chiusi ermeticamente sotto vuoto. Siccome occorre un relé per ogni circuito anodico accordato, per coprire le tre bande di frequenza saranno necessari tre relé.

I circuiti accordati anodici sono ad impedenza relativamente bassa, dato che i condensatori di accordo hanno capacità piuttosto alta. Ciò allo scopo di ottenere un buon rendimento nell'adattamento di impedenza fra i tubi e il carico (estremamente basso) costituito dal sistema di antenna installato sull'autoveicolo.

I tubi non richiedono, per il funzionamento, alcuna potenza di eccitazione. Però, siccome il circuito di entrata è resistivo, occorre che l'eccitatore fornisca una potenza di circa 9 W per avere, sui 300 Ω di resistenza di entrata dell'amplificatore, la tensione di 50 V (di picco) necessaria per il pieno pilotaggio dei tubi.

L'eccitatore a banda laterale unica, installabile su autoveicoli, descritto nel Capitolo III, seguito da uno stadio separatore realizzato con un tubo 2E26, è in grado di sviluppare una potenza più che sufficiente per il pilotaggio di questo amplificatore da un kilowatt.

Qualora non si disponesse di una tale potenza di pilotaggio, si potrà fare uso, nell'amplificatore, di un circuito di entrata ad alta impedenza come quello illustrato dalla Fig. 11(b). In questo caso sarà sufficiente che l'eccitatore fornisca una potenza di pilotaggio di circa 1 W.

La selezione del circuito accordato anodico dell'amplificatore verrà effettuata mediante il commutatore S_2 che verrà sistemato vicino al posto di guida dell'autoveicolo. Mediante questo commutatore verrà eccitato il relé miniatura che inserisce sul circuito anodico dell'amplificatore il circuito accordato alla banda di frequenza sulla quale si vuol funzionare.

Il relé che commuta l'antenna dal trasmettitore al ricevitore verrà anzionato mediante il pulsante « Premere per trasmettere » sistemato sul sostegno del microfono.

Costruzione dell'amplificatore L' amplificatore verrà costruito su un telaio metallico, alto pochi centimetri (Fig. 22).

I due zoccoli Eimac a bassa induttanza per i tetrodi verranno montati vicino al bordo posteriore del telaio, verso destra, come può vedersi dalla Fig. 22. A sinistra di essi è montata, con asse verticale, la bobina del circuito accordato anodico relativo alla banda degli 80 metri. Una estremità di questa bobina è fissata al telaio mediante una vite mentre l'altra estremità verrà fissata al reoforo posteriore del condensatore variabile sotto vuoto, che è montato sul pannello frontale (metallico).

Le bobine dei circuiti accordati anodici relative alle bande dei 40

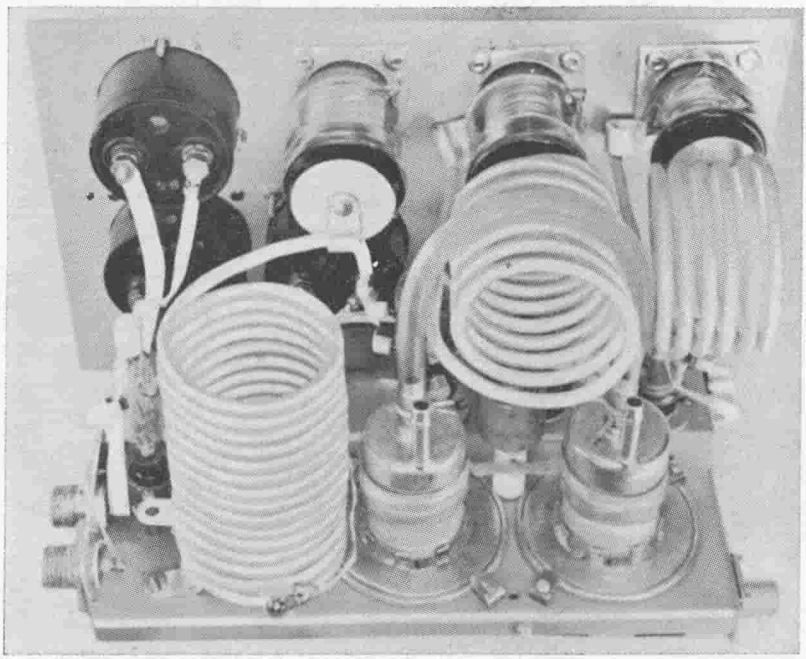


Figura 22.

L'AMPLIFICATORE LINEARE PER MOLTE BANDE DI FREQUENZA, INSTALLABILE SU AUTOVEICOLI VISTO POSTERIORMENTE

Le tre bobine dei circuiti accordati anodici dell'amplificatore sono collocate fra i condensatori variabili sotto vuoto e la massa del telaio. La alimentazione anodica dei tubi dell'amplificatore lineare (4 W - 300 B oppure 4 X - 250 B) avviene in parallelo. Vicino al bordo sinistro del telaio è visibile il relè di antenna. Dato il contenuto di armoniche estremamente basso, caratteristico degli amplificatori funzionanti in Classe AB_1, in questo amplificatore non è necessario aggiungere alcuna schermatura contro le interferenze televisive. Pertanto si può fare a meno di impiegare una custodia che impedisca la radiazione di frequenze armoniche.

e dei 20 metri di lunghezza d'onda verranno montate direttamente sui rispettivi condensatori variabili di accordo.

Verso il bordo anteriore del telaio sono montati i tre relé di commutazione dei circuiti accordati anodici RY_1, RY_2 e RY_3. Questi relé verranno fissati al telaio mediante viti.

I collegamenti fra i vari terminali dei relé e fra questi e i circuiti accordati anodici verranno eseguiti mediante striscie di rame argentato, alte 6 mm e molto flessibili.

Nello spazio che rimane libero sul pannello frontale verranno montati i tre strumenti indicatori M_1, M_2 e M_3 le cui caratteristiche sono riportate in calce alla Fig. 21.

Come si può vedere dalla Fig. 23, i collegamenti da effettuare sotto il telaio sono estremamente semplici. I terminali di griglia degli zoccoli dei tubi verranno collegati fra loro mediante una striscia di rame argentato della minima lunghezza possibile. Siccome il circuito di griglia è aperiodico ed è chiuso su un basso valore di resistenza, non è necessario prevedere alcuna chiusura di fondo del telaio.

Funzionamento dell'amplificatore Prima di installare l'amplificatore dentro l'autoveicolo, bisogna controllarne accuratamente il funzionamento sul banco del laboratorio.

Le condizioni di funzionamento sono simili a quelle dell'amplificatore descritto nel paragrafo 4-5 di questo capitolo.

Nel circuito di griglia schermo dell'amplificatore lineare è inserito un milliamperometro a corrente continua da 50+50 mA fondoscala, che ha lo scopo di indicare la corrente di griglia schermo durante la messa a punto del carico.

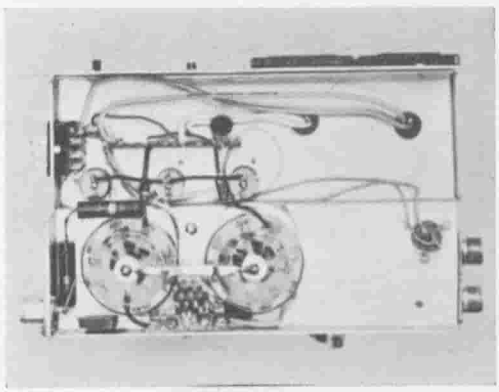


Figura 23.

IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE LINEARE PER MOLTE BANDE DI FREQUENZA INSTALLABILE SU AUTOVEICOLI, VISTO DAL BASSO

Sulla parete sinistra del telaio è montata la presa coassiale di entrata dello amplificatore. Sono visibili, vicino ad essa, i resistori ad impasto sul circuito di entrata. Data la semplicità del circuito, sotto il telaio vanno posti pochissimi componenti. I terminali di griglia degli zoccoli dei tubi sono collegati fra loro mediante una larga striscia di rame.

La linearità del funzionamento dell'amplificatore potrà venire controllata mediante l'uso del rilevatore d'inviluppo.

Per il funzionamento normale dell'amplificatore è necessaria una tensione anodica di 2500 V. La corrente anodica sul picco del segnale risulterà di 400 mA.

In queste condizioni di funzionamento, la corrente di griglia schermo non deve oltrepassare i 5 mA, mentre la corrente di griglia controllo deve risultare zero.

4-7 Economico amplificatore da un kilowatt pilotato sul catodo

Una caratteristica sfavorevole dei triodi è che essi debbono venire neutralizzati quando sono impiegati in circuiti amplificatori con eccitazione applicata alla griglia controllo.

Con i tetrodi spesso si può fare a meno di adottare la neutralizzazione. Però questo tipo di tubo richiede un alimentatore per la tensione della griglia schermo, il cui costo e la cui complessità possono annullare il vantaggio dato dalla eliminazione del circuito di neutralizzazione. Questi due inconvenienti o, per meglio dire, svantaggi vengono superati se si fa uso di un circuito di amplificazione con pilotaggio applicato al catodo, e se in questo vengono adoperati tubi a polarizzazione zero. Normalmente con questo tipo di amplificatore non è necessario alcun circuito di neutralizzazione, dato che la griglia controllo e la griglia schermo, essendo collegati a massa, forniscono una eccellente schermatura fra il circuito di anodo e il circuito di catodo.

La capacità anodo — catodo dei tubi risulta estremamente ridotta per cui l'accoppiamento interno da essa provocato può essere considerato trascurabile a frequenze inferiori a 30 MHz, frequenze alle quali possono trovare utilmente impiego molti tetrodi e pentodi di tipi a minore costo.

In questo tipo di stadio amplificatore non è necessaria alcuna tensione di polarizzazione della griglia controllo o della griglia schermo.

Potenza trasferita Negli stadi pilotati sul catodo avviene che una notevole frazione della potenza di eccitazione viene trasferita direttamente al circuito anodico. Questa potenza viene appunto denominata *potenza trasferita* o *potenza passante*.

In qualunque amplificatore di questo tipo, tanto se si impiegano triodi come se si impiegano tetrodi, è consigliabile fare in modo che la potenza trasferita risulti molte volte maggiore della potenza di eccitazione da fornire alla griglia

sul picco dell'inviluppo del segnale.

La potenza trasferita equivale ad una resistenza di smorzamento posta in parallelo al circuito di eccitazione e riduce l'effetto delle variazioni del carico di griglia presentate dall'amplificatore.

Il raffronto fra potenza trasferita e potenza di eccitazione deve essere almeno di 10 a 1, perchè lo stadio presenti la migliore linearità possibile.

Amplificatori in classe A B_1 pilotati sul catodo

Il solo modo con cui possa essere sfruttato il vantaggio della controreazione interna in uno stadio amplificatore pilotato sul catodo consiste nel pilotare tale stadio mediante un generatore avente un'alta impendenza interna e di far funzionare lo stadio come amplificatore in classe a AB_1, senza alcuna corrente di griglia controllo o di griglia schermo.

È una caratteristica degli amplificatori in classe AB_1 pilotati sul catodo (altrimenti detti « con griglia a massa ») che una variazione dell'impedenza di carico dello stadio si rifletta verso l'entrata sotto forma di una variazione quasi proporzionale della impedenza di entrata dello stadio. Ciò avviene per il fatto che sostanzialmente i circuiti di entrata e di uscita risultano in serie. Analogamente, una variazione di guadagno di uno stadio pilotato sul catodo (come quella che può essere causata da non linearità del guadagno rispetto al livello del segnale), si riflette indietro sotto forma di variazione dell'impendenza di entrata di quello stadio. Se uno stadio pilotato sul catodo è alimentato da un generatore avente un'alta impedenza interna, come può essere uno stadio amplificatore a tetrodo, una variazione di guadagno o una non linearità dello stadio pilotato sul catodo risulterà automaticamente compensata.

Per esempio, supponiamo che il guadagno di uno stadio pilotato sul catodo diminuisca leggermente. In seguito a ciò aumenta l'impedenza di entrata dello stadio e aumenta perciò l'impedenza di carico dello stadio pilota.

Se lo stadio pilota ha una impedenza interna alta, la tensione di uscita aumenterà man mano che la sua impedenza di carico cresce. L'aumentata tensione di uscita farà crescere la tensione di uscita dello stadio pilotato sul catodo, per cui l'uscita diviene approssimativamente uguale a quella che si avrebbe se il guadagno dello stadio pilotato sul catodo fosse rimasto inalterato.

Il circuito equivalente che spiega questo stato di cose è illustrato in Fig. 24.

Però un amplificatore in Classe AB_1 pilotato sul catodo e funzio-

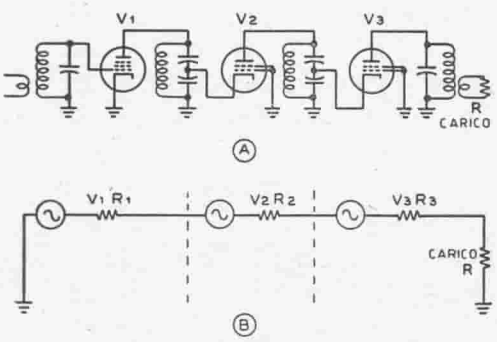


Figura 24.

CIRCUITO EQUIVALENTE DI AMPLIFICATORE CON STADI IN CLASSE AB_1 IN CASCATA, PILOTATI SUL CATODO

A - Gli amplificatori pilotati sul catodo possono essere disposti in cascata in modo da ottenere una forte potenza di uscita. Qualsiasi variazione di impedenza di carico (R) si riflette sull'ingresso sotto forma di una proporzionale variazione di impedenza di entrata, dato che i circuiti di entrata e di uscita risultano sostanzialmente in serie, alla maniera indicata in figura B.

B - Circuito equivalente a quello della figura A. R_1 ha una resistenza molto alta, mentre R_2 e R_3 hanno resistenze molto basse, in confronto alla resistenza di carico R.

nante in maniera regolare, presenta un guadagno piuttosto basso e per ottenere un rendimento ragionevole è necessario impiegare triodi a basso μ.

Questi circuiti a basso guadagno richiedono un maggior numero di stadi per raggiungere un determinato livello di potenza. Con essi è necessaria un'alta tensione di eccitazione e questo requisito è più difficile da soddisfare su un circuito catodico.

Siccome sembra poco pratico far funzionare molti dei tipi di tubi disponibili in un circuito amplificatore in classe AB_1 pilotato sul catodo (dove non è richiesta alcuna corrente di schermo e dove non circola alcuna corrente di griglia), la possibilità di trarre vantaggio dalla controreazione interna di questo circuito viene perduta, per cui un generatore pilota a bassa impedenza può essere meglio utilizzato per pilotare uno stadio amplificatore funzionante in classe AB_2. Uno stadio funzionante in quest'ultima classe offre una cifra di guadagno compresa fra 10 e 25, con modesti valori di tensione di eccitazione sul catodo.

La linearità risulta approssimativamente uguale a quella che si avrebbe con circuiti di tipo convenzionale, pilotati sulla griglia da un generatore a bassa impedenza.

Il massimo rapporto segnale/distorsione che è possibile raggiungere in uno stadio di classe AB_2 non oltrepassa i 30 decibel (ciò che equivale a dire che raramente la distorsione risulta inferiore al 3%).

Esempio pratico di amplificatore con pilotaggio sul catodo

Nelle Figg. 25, 27 e 28 è illustrato un amplificatore pilotato sul catodo, progettato per funzionare sulle bande a 80 oppure 40 metri di lunghezza d'onda. Esso è in grado di assorbire una potenza di alimentazione anodica di 1 kW e può essere impiegato su trasmettitori

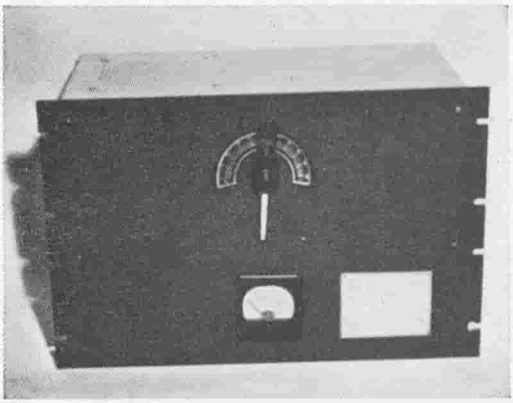


Figura 25.
AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT PILOTATO SUL CATODO, FUNZIONANTE SULLE BANDE A 80 OPPURE A 40 METRI

L'amplificatore con pilotaggio sul catodo è quanto di meglio si possa realizzare sotto l'aspetto della semplicità e della stabilità. Questo amplificatore è stato progettato per l'impiego di tetrodi tipo 803. Esso è adatto a funzionare nelle bande a 80 oppure 40 metri di lunghezza d'onda ed ha un solo comando per lo accordo del circuito volano anodico.
Sul pannello vi è lo strumento misuratore della corrente anodica. Questo amplificatore da un kilowatt verrà poi rinchiuso in una custodia, al fine di ridurre la radiazione di segnali spuri.

a banda laterale unica e su trasmettitori in fonia con modulazione di ampiezza.

La potenza totale di eccitazione di griglia più la potenza trasferita si aggira approssimativamente su circa 110 W, quando la potenza di alimentazione anodica assorbita è di 1 kW.

L'effettivo valore della potenza di eccitazione di griglia è dell'ordine 9-10 W, per cui il rapporto fra potenza trasferita e potenza di eccitazione risulta all'incirca di 10 a 1.

Nella Fig. 26 è riportato lo schema elettrico dell'amplificatore. In esso sono stati usati due tetrodi tipo 803 in parallelo con configurazione circuitale a pilotaggio sul catodo. Questi tubi sono disponibili sul mercato dei residuati di guerra ad un prezzo inferiore al migliaio di lire e funzionano in maniera eccellente fino a frequenze di circa 10 MHz.

Tutte e tre le griglie vanno collegate insieme a massa e pertanto i tubi funzionano con polarizzazione di griglia circa zero.

La schermatura interna dei tubi

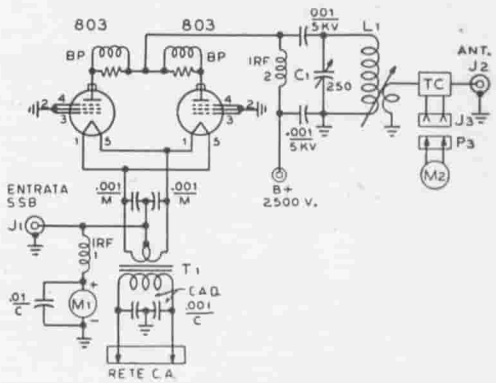


Figura 26.
SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE PILOTATO SUL CATODO

C_1 - Condensatore variabile da 250 $\mu\mu$F. Spaziatura fra le lamine tale da resistere a 5000 V.
L_1 - Bobina per 40 oppure 80 metri. Va regolata in modo da risuonare sulla frequenza di lavoro desiderata, con il condensatore C_1 posto circa sulla massima capacità. Bobina di antenna di 5 spire.
BP - Impedenza di blocco delle oscillazioni parassite, costituita da 6 spire di filo di rame smaltato di 1 mm di diametro, avvolte su un resistore ad impasto da 40 Ω - 2 W.
TC - Termocoppia a radiofrequenza da 5 A.

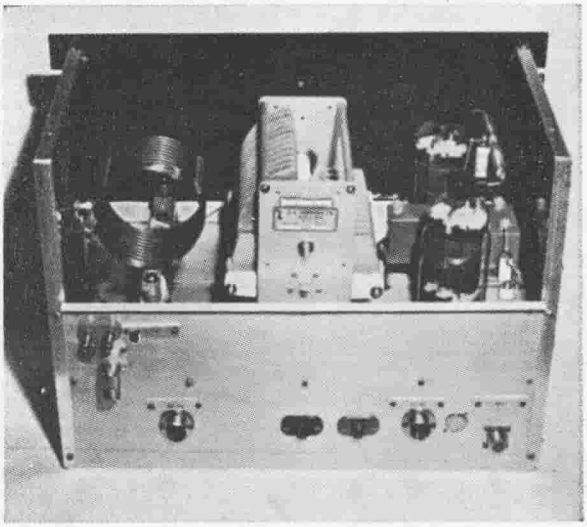


Figura 27.
L'AMPLIFICATORE CON TUBI 803 A PILOTAGGIO SUL CATODO, VISTO POSTERIORMENTE

Il condensatore di accordo anodico è situato al centro. A sinistra vi è la bobina del circuito accordato anodico. I tubi 803 (a destra) sono montati con gli zoccoli incassati sotto il telaio in modo che le sommità delle ghiere metalliche dei tubi risultino allineate con il piano superiore del telaio. Nello spazio fra i tubi è sistemata l'impedenza a radiofrequenza anodica, il cui terminale superiore sostiene le impedenze a radiofrequenza (BP) di blocco delle oscillazioni parassite.

comincia ad essere meno efficace alle frequenze intorno ai 15 MHz per cui, al di sopra di 10 MHz, può manifestarsi instabilità dell'amplificatore, a meno che non vengano attuati accorgimenti per assicurare che le griglie rimangano bloccate ad un potenziale a radiofrequenza zero (di massa).

Quando si funziona entro la gamma 3,5-7 MHz risulta altresì possibile applicare la tensione di eccitazione a radiofrequenza direttamente al circuito di filamento dei tubi, senza necessità di inserire, sui collegamenti di accensione dei filamenti, impedenze a radiofrequenza che evitino alla tensione di eccitazione di arrivare direttamente al trasformatore di alimentazione. Ciò costituisce una sensibile semplificazione al circuito, oltre a consentire una certa economia nel costo della costruzione iniziale dell'amplificatore.

Se in questo circuito vengono adoperati tubi adatti a frequenze più alte, come ad esempio i tipi 813 e 7094, l'uso di impedenze in serie ai filamenti risulterà particolarmente consigliabile, qualora la frequenza di lavoro risulti superiore a 7 MHz.

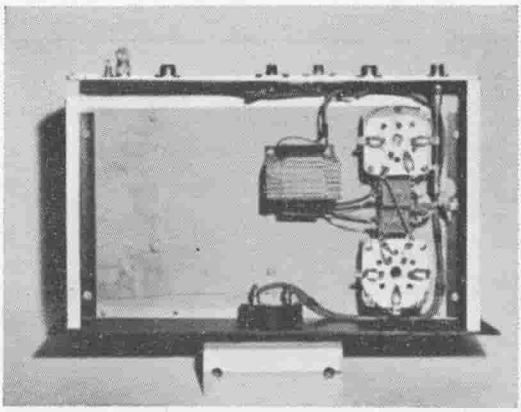


Figura 28.
IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE CON PILOTAGGIO SUL CATODO, VISTO DAL BASSO

Sulla parte destra della parete posteriore del telaio è montata la presa coassiale di entrata dell'amplificatore. I condensatori a mica di fuga sui filamenti sono situati fra gli zoccoli dei tubi, con l'impedenza IRF_1 posta sotto di essi.

Questo tipo di amplificatore ha la tendenza a generare oscillazioni parassite su frequenze dello ordine dei 100 MHz, frequenze alle quali la induttanza propria dei collegamenti di massa comincia a influire sul funzionamento dell'amplificatore.

Mediante varianti apportate al modo con cui viene effettuato il collegamento a massa delle griglie si può in qualche caso ottenere la scomparsa delle oscillazioni parassite, ma per rendere il circuito sostanzialmente indipendente dalle variazioni che si possono apportare al circuito di ritorno di massa, sarà opportuno aggiungere impedenze a radiofrequenza di blocco delle oscillazioni parassite nei collegamenti di anodo dei tubi.

Costruzione dell'amplificatore L'amplificatore è costruito su un telaio di alluminio avente le dimensioni di cm. $25 \times 48 \times 10$.

Il condensatore variabile C_1 di accordo anodico è posto al centro del telaio, con i due tubi 803 montati a sinistra di esso (guardando l'apparato dal pannello frontale).

Gli zoccoli dei tubi sono incassati sotto il telaio in modo da tenere la sommità della ghiera metallica di ogni zoccolo allineata col piano superiore del telaio.

Nello spazio compreso fra i tubi verranno montati l'impedenza a radiofrequenza anodica e i condensatori di fuga.

Dal lato opposto del condensatore variabile di accordo anodico vi è la bobina del circuito accordato anodico e l'amperometro a radiofrequenza a termocoppia (Fig. 27).

Gli unici componenti che vanno montati sotto il telaio sono: il milliamperometro misuratore della corrente di catodo, il trasformatore di alimentazione dei filamenti e le piccole parti associate con il circuito di filamento.

I piedini 2, 3 e 4 di ciascuno zoccolo sono collegati a massa sui distanziatori metallici che tengono distanziati gli zoccoli dal telaio.

Tutto l'amplificatore viene poi rinchiuso in una custodia di alluminio che funziona da schermo. Sul piano superiore della custodia verranno eseguiti dei fori in corrispondenza ai tubi 803 (vedi Fig. 25). Altri fori vengono eseguiti nella parete posteriore della custodia. Si ottiene così una circolazione naturale di aria per il raffreddamento dei tubi.

Funzionamento dell'amplificatore In assenza di segnale, la corrente anodica dello amplificatore si aggira fra 30 e 75 mA, a seconda della tensione anodica. Essa sale di colpo a circa 450 mA in corrispondenza al picco del segnale di eccitazione, quando la tensione anodica è di 2500 V.

Durante l'accordo dell'amplificatore, bisogna assolutamente evitare di applicare la piena eccitazione, se non quando l'amplificatore funziona alla tensione anodica prescritta e con il massimo carico di antenna. Se ai tubi si applicasse la piena eccitazione in assenza di tensione anodica ad essi applicata, si determinerebbe certamente il danneggiamento della struttura di griglia dei tubi, per eccesso di potenza in essa dissipata.

Gli strumenti misurano la corrente anodica e la corrente di griglia schermo. La corrente anodica effettiva risulta di circa 40 mA più bassa di quanto indicato dallo strumento relativo.

Con 1000 W di potenza sul picco dell'inviluppo del segnale, la potenza di uscita effettivamente misurata risulta di circa 600 W.

L'accordo del circuito anodico è reso più facile se si inserisce un amperometro a radiofrequenza a termocoppia sul collegamento in cavo coassiale che va alla presa coassiale di antenna.

4-8 Amplificatore lineare a bassa distorsione per segnali a banda laterale unica

Un amplificatore lineare con griglia a massa, se correttamente progettato, costituisce uno stadio di potenza che può dare risultati molto soddisfacenti e che può essere usato in un trasmettitore a banda laterale unica, anche se la possibilità di trarre vantaggio dalla controreazione interna dello stadio viene perduta per le ragioni spiegate nel paragrafo 4-7 di questo stesso capitolo.

In un amplificatore lineare con griglia a massa progettato e realizzato con cura si può facilmente ottenere un rapporto segnale / distorsione dell'ordine di 30 decibel e questo tipo di amplificatore fornisce una stabilità e una sicurezza di funzionamento che possono considerarsi insuperabili.

I dati caratteristici dei tubi riportati nei manuali e le condizioni di funzionamento dei tubi stessi normalmente si riferiscono al raggiungimento della massima potenza di uscita ottenibile e non indicano invece quali sono le condizioni alle quali bisogna far funzionare i tubi per ottenere la minima distorsione. Pertanto tutte le volte che si progetta un amplificatore lineare sarà necessario ritoccare le tensioni di funzionamento del tubo fino ad arrivare al migliore compromesso fra potenza di uscita e distorsione, oppure fino ad ottenere una distorsione che risulti corrispondente a quella che ci si era prefissata.

Nell'amplificatore che descriviamo si è stabilito di ottenere un rapporto segnale/distorsione di 30 de-

cibel. Con una distorsione di questa entità, questo amplificatore può fornire una potenza di 350 W sul picco dell'inviluppo del segnale a banda laterale unica, con una tensione di alimentazione anodica di 3000 V. Facendo invece lavorare l'amplificatore ad una tensione di alimentazione anodica di 3500 V la potenza sul picco dell'inviluppo del segnale può raggiungere i 680 W.

La configurazione circuitale con griglia a massa

Per ottenere la massima schermatura internamente al tubo è necessario che quest'ultimo funzioni con la griglia controllo e la griglia schermo a potenziale a radiofrequenza nullo. Inoltre si ha che, per un corretto funzionamento del tubo, la griglia controllo deve essere polarizzata negativamente, mentre la griglia schermo deve essere polarizzata positivamente rispetto al catodo.

Pertanto, per poter fornire queste polarizzazioni ai due elettrodi del tubo bisogna porre, fra loro e massa, condensatori di fuga che costituiscano una impedenza teoricamente nulla fra tali elettrodi e la massa. Questo collegamento a massa, ai fini della radiofrequenza, deve risultare efficace su tutto il campo delle frequenze di lavoro e anche a frequenze superiori a tale campo, dato che le eventuali oscillazioni parassite normalmente avvengono nella regione delle VHF.

La soluzione di questo problema non è in pratica così facile.

La induttanza propria dei normali condensatori di fuga è sufficiente a generare una reazione nel circuito, la quale a sua volta determina una non-linearità di funzionamento dell'amplificatore in corrispondenza ai livelli di segnale più alti, anche se la instabilità non è sufficiente a provocare un definitivo innesco di oscillazioni parassite.

La soluzione a questo problema consiste nell'eliminare i condensatori di fuga sulla griglia schermo, collegando direttamente a massa i piedini di griglia schermo del tubo amplificatore, mediante una striscia di materiale conduttore, che presenti una induttanza bassa. Per mettere in atto questo accorgimento occorre eseguire il ritorno di massa dell'amplificatore alla maniera indicata in Fig. 29.

Il circuito (A) della Fig. 29 rappresenta il normale circuito di ritorno a corrente continua, secondo il quale tutti gli alimentatori hanno il polo di ritorno (di massa) collegato al catodo (massa) dello stadio. Gli strumenti misuratori delle varie correnti verranno inseriti nei collegamenti di ritorno comune (sul negativo di ogni alimentatore) in modo che ciascuno strumento indichi soltanto la cor-

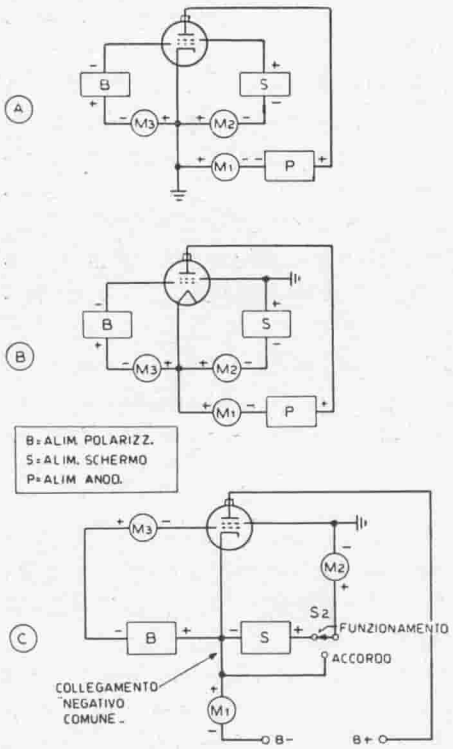


Figura 29.

LA CONFIGURAZIONE CIRCUITALE CON GRIGLIA SCHERMO A MASSA CONSENTE DI OTTENERE NEGLI STADI AMPLIFICATORI A TETRODO UN ISOLAMENTO ASSAI EFFICACE

A - Nei circuiti amplificatori di tipo solito il ritorno del catodo è a potenziale di massa. I ritorni di tutti i circuiti vengono effettuati sul catodo.

B - I ritorni di tutti i circuiti sono effettuati sul catodo, ma il punto di massa è stato spostato sul piedino di griglia schermo del tubo. Il funzionamento del circuito è identico a quello della figura A e anche le tensioni fra i vari elettrodi del tubo sono le stesse di quelle del circuito A.

C - Pratico circuito con griglia schermo a massa. I collegamenti di ritorno del negativo comune vanno al negativo dell'alimentatore anodico, che però è isolato da massa. Con il commutatore S_2 si può togliere la tensione di alimentazione della griglia schermo durante l'esecuzione dell'accordo dell'amplificatore.

rente continua che circola nel singolo elettrodo del tubo.

Nel circuito (B) si ha che il collegamento di massa a corrente continua non è più effettuato sul catodo del tubo, bensì viene eseguito sul piedino di griglia schermo del tubo stesso.

Il funzionamento di questo circuito è identico a quello del circuito (A), in quanto tutti i poli negativi (ritorni) dei vari alimentatori risultano collegati al catodo del tubo. L'unica variante consiste che nel circuito di Fig. 29 (B) la massa a radiofrequenza della griglia schermo coincide con la massa a corrente continua.

Con il circuito (B) il catodo viene a trovarsi ad un potenziale negativo rispetto alla massa del telaio e questo potenziale risulta uguale alla tensione di alimentazione della griglia schermo. Inoltre con il circuito (B) il ritorno dell'alimentatore anodico ad alta tensione risulta negativo rispetto alla massa del telaio, di una tensione uguale alla tensione di alimentazione della griglia schermo.

Nella Fig. 29 (C) è rappresentata una versione pratica del circuito della Fig. 29 (B). Nell'amplificatore sono incorporati gli alimentatori che forniscono la tensione negativa di polarizzazione di griglia controllo e la tensione positiva di alimentazione della griglia schermo. L'alimentatore che fornisce l'alta tensione di ali-

mentazione anodica avrà entrambi i terminali, positivo e negativo, isolati da massa.

Nel circuito è inserito un commutatore S_2 « Accordo - Funzionamento », mediante il quale, durante l'accordo dell'amplificatore, viene tolta la tensione di alimentazione alla griglia schermo.

Il negativo dell'alimentatore anodico ad alta tensione « fluttua al disotto della massa » di una tensione uguale alla tensione della griglia schermo.

Il circuito della Fig. 29 (C) ha la particolarità di richiedere un diverso orientamento mentale all'operatore, il quale deve sempre tener presente che nel suo amplificatore la massa a corrente continua non corrisponde più alla « massa » del telaio. Tuttavia, questo circuito non risulta affatto più complicato dei normali circuiti nei quali tutti i ritorni a corrente continua avvengono sul catodo (a massa). Però rispetto a questi presenta il vantaggio che la tensione a radiofrequenza di griglia schermo risulta effettivamente zero, dato che la griglia schermo risulta effettivamente e direttamente collegata alla massa del telaio. Ciò costituisce l'elemento di maggiore interesse di questo circuito.

Il funzionamento del circuito risulta normale sotto tutti gli aspetti e questo circuito può venire applicato a qualsiasi tipo di amplificatore a tetrodo, con buoni risultati.

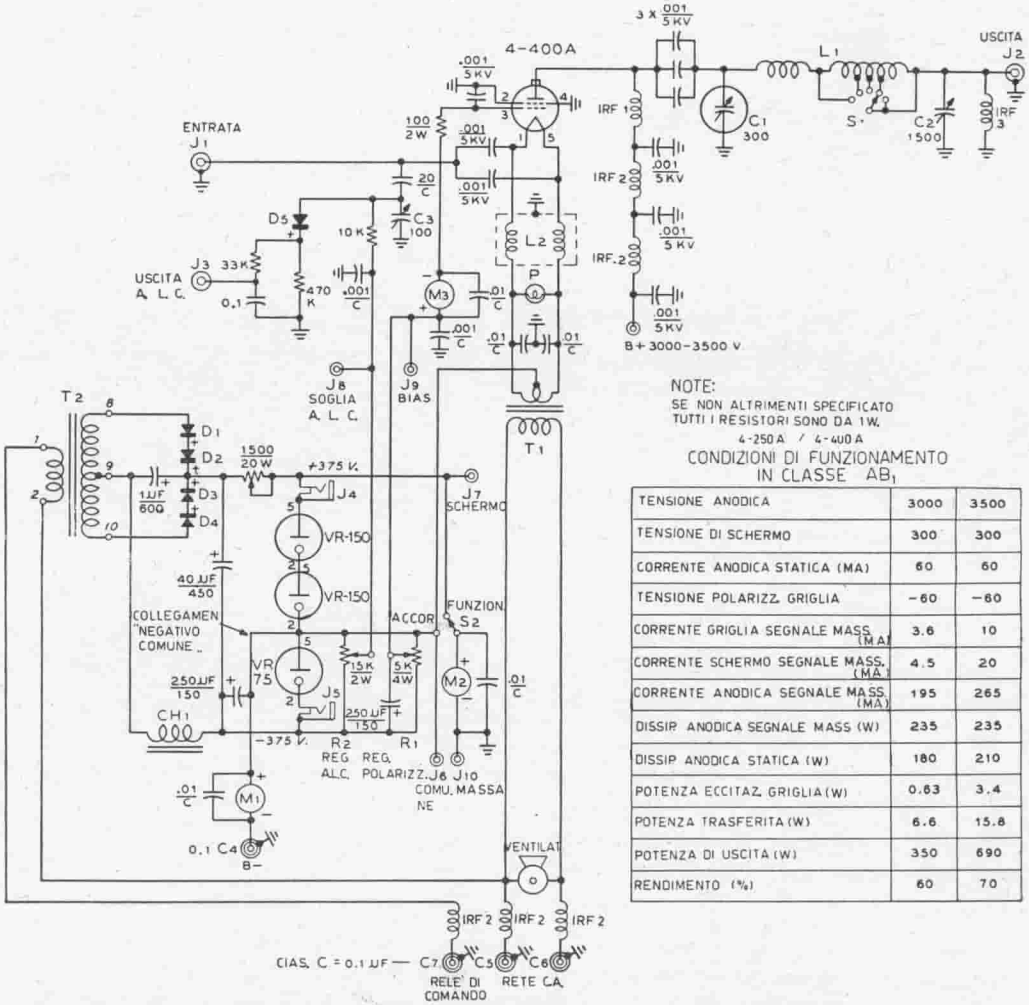
Il circuito dell'amplificatore Nella Fig. 30 è riportato lo schema elettrico di un amplificatore pilotato sul catodo e con griglia schermo a massa. In esso viene impiegato un tubo 4-250A oppure 4-400A.

Il circuito catodico (di entrata) è aperiodico, mentre il circuito di uscita (anodico) è del tipo a π.

Nell'amplificatore sono contenuti anche gli alimentatori che forniscono la tensione negativa per la polarizzazione della griglia controllo e la tensione positiva per la alimentazione della griglia schermo. Nella stessa figura è anche riportata una tabella contenente i parametri più importanti del funzionamento di questo amplificatore.

La potenza di eccitazione sul picco dell'inviluppo del segnale a banda laterale unica è di 12 W (comprese le perdite), per tensione di alimentazione anodica di 3000 V e di 22 W, per tensione di alimentazione anodica di 3500 V.

Il circuito accordato anodico è accoppiato capacitivamente all'anodo del tubo amplificatore. Esso consiste di un condensatore variabile, sotto vuoto, da 350 $\mu\mu$F, di un gruppo di bobine « a tamburo » con prese intermedie, per un kilowatt di potenza e di un condensatore variabile in aria, da 1500 $\mu\mu$F,



NOTE:
SE NON ALTRIMENTI SPECIFICATO
TUTTI I RESISTORI SONO DA 1W.

4-250A / 4-400A

CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO IN CLASSE AB_1

TENSIONE ANODICA	3000	3500
TENSIONE DI SCHERMO	300	300
CORRENTE ANODICA STATICA (MA)	60	60
TENSIONE POLARIZZ. GRIGLIA	−60	−60
CORRENTE GRIGLIA SEGNALE MASS. (MA)	3.6	10
CORRENTE SCHERMO SEGNALE MASS. (MA)	4.5	20
CORRENTE ANODICA SEGNALE MASS. (MA)	195	265
DISSIP. ANODICA SEGNALE MASS (W)	235	235
DISSIP. ANODICA STATICA (W)	180	210
POTENZA ECCITAZ. GRIGLIA (W)	0.63	3.4
POTENZA TRASFERITA (W)	6.6	15.8
POTENZA DI USCITA (W)	350	690
RENDIMENTO (%)	60	70

Figura 30.

SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE LINEARE A BASSA DISTORSIONE

C_1 - Condensatore variabile sotto vuoto 300 μμF - 10 kV (Jennings UCS - 300).

C_2 - Condensatore variabile in aria 1500 μμF (Cardwell 8013).

C_3 - Condensatore variabile ceramico - 100 μμF.

$C_4 \div C_7$ - Condensatori a passante da 0,1 μF - 600 V.

L_1 - S_1 - Bobine per circuito di uscita a π. (Barker e Williamson N.° 850). Induttanze: per 80 metri: 13,5 μH; per 40 metri: 6,5 μH; per 20 metri: 1,75 μH; per 15 metri: 1 μH; per 10 metri: 0,8 μH.

L_2 - Impedenza a radiofrequenza bifilare per filamenti, adatta ad una corrente di 15 ampere (Barker e Williamson tipo FC-15).

T_1 - Trasformatore di alimentazione per filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 5 V - 10,5 A.

T_2 - Trasformatore di alimentazione a bassa tensione. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 335 + 335 V - 75 mA.

CH_1 - Impedenza filtro 8 H - 85 mA.

$D_1 \div D_4$ - Rettificatori al silicio da 500 mA. (Sarkes-Tarzian M - 500).

D_5 - Diodo tipo 1 N 67 o equivalente.

M_1 - Milliamperometro a corrente continua da 800 mA fondo scala.

M_2 - Milliamperometro a corrente continua da 50 mA fondo-scala.

M_3 - Milliamperometro a corrente continua da 50 mA fondo-scala.

IRF_1 - Robusta impedenza a radiofrequenza a banda larga, da 800 mA. (Raypar RL - 100).

IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza - 20 spire filo smaltato ∅ 0,8 mm avvolte in aria. Diametro delle spire 12 mm. Lunghezza della bobina 25 mm.

IRF_3 - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH. (National R-100).

che costituisce la capacità di carico di antenna.

Il collegamento a massa a corrente continua del circuito di antenna viene eseguito inserendo fra l'uscita del circuito a π e la massa del telaio, una impedenza a radiofrequenza IRF-3.

Tre condensatori ceramici da 0,001 μF - 5000 V, collegati in parallelo, costituiscono il condensatore di accoppiamento fra l'anodo del tubo e il circuito di uscita a π.

La tensione di alimentazione anodica viene applicata al tubo tramite una robusta impedenza a radiofrequenza, del tipo Raypar RL-100, in serie con due impedenze a radiofrequenza per VHF avvolte in aria. Viene così ridotta ad un minimo assolutamente trascurabile la fuga di segnale a radiofrequenza attraverso il circuito di alimentazione anodica.

La potenza di pilotaggio viene applicata al circuito di filamento del tubo tramite due condensatori ceramici da 0,001 μF. Il trasformatore di filamento risulta isolato rispetto alla tensione di eccitazione mediante una impedenza a radiofrequenza ad avvolgimento bifilare, capace di condurre la corrente di accensione del tubo (10,5 A).

Per fornire al tubo la tensione di polarizzazione negativa della griglia controllo e la tensione positiva di alimentazione della griglia schermo, viene montato dentro l'amplificatore un alimentatore a doppia tensione di uscita, che sviluppa 375 V. La tensione di uscita dell'alimentatore è tenuta costante mediante tre tubi stabilizzatori di tensione in serie.

Il terminale « Negativo comune » dell'alimentatore (vedi Figg. 29 e 30) è posto al punto di giunzione fra la tensione stabilizzata — 75 V e la tensione stabilizzata +300 V.

L'alimentatore sviluppa una tensione stabilizzata di — 75 V per il circuito di polarizzazione negativa della griglia controllo e una tensione di +300 V per il circuito di alimentazione della griglia schermo. Il valore della polarizzazione negativa della griglia controllo può venire regolato mediante il potenziometro R_1.

Nel circuito di entrata dell'amplificatore è stato aggiunto un semplice circuito di controllo automatico del carico. Una parte del segnale di entrata, prelevata tramite un partitore di tensione capacitivo, viene applicata ad un diodo rettificatore. Questo la rettifica fornendo una tensione continua proporzionale all'ampiezza del segnale di entrata. Questa tensione di controllo verrà applicata ad un tubo dell'eccitatore a banda laterale unica in modo da limitare il segnale di ingresso all'amplificatore tenendolo al disotto di un valore predeterminato.

Il valore di soglia della rettifi-

cazione del diodo può venire modificato variando la capacità del condensatore C_3 e regolando il potenziometro R_2.

Questo circuito di controllo automatico del carico funziona in maniera analoga al circuito di controllo automatico di volume (o di sensibilità) dei ricevitori.

La costante di tempo del circuito di controllo automatico del carico è determinata dal condensatore da 0,1 μF e dal resistore da 33 kΩ, posti sulla presa di uscita J_3.

Costruzione dell'amplificatore L' amplificatore verrà costruito su un telaio di alluminio avente le dimensioni di cm. 33×42×10. Il pannello frontale è alto 35 cm e lo schermo appoggiato sopra il telaio è alto 24,5 cm. Questo schermo che, assieme al pannello frontale, costituisce la custodia dell'apparato, è co-

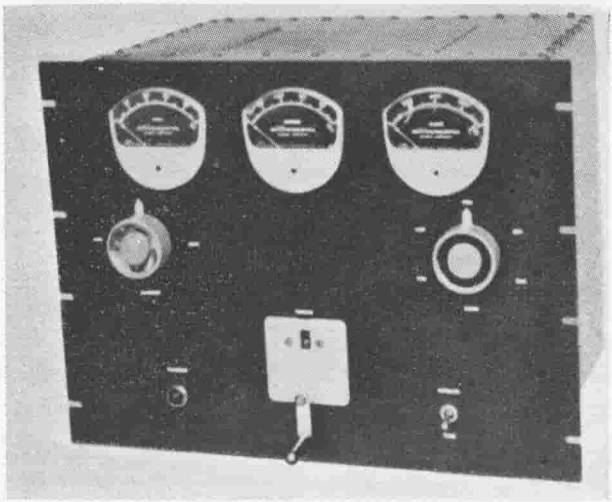


Figura 31.
L'AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT PILOTATO SUL CATODO

Mediante una sistemazione accurata dei componenti si può ottenere una disposizione simmetrica sul pannello. Sulla parte in alto del pannello frontale sono sistemati gli strumenti che misurano le correnti di griglia, di griglia schermo e anodica. Sotto questi strumenti vi è a sinistra, la manopola di comando del condensatore variabile in aria C_2 di regolazione del carico dell'amplificatore e a destra il commutatore di banda del circuito accordato anodico. La manopola a contatore, situata al centro del pannello, in basso, comanda il condensatore C_1 variabile sotto vuoto. In basso a destra vi è il commutatore S_2 « Accordo Funzionamento » mentre a sinistra, simmetricamente con S_2, vi è la lampadina spia. L'amplificatore è completamente chiuso in una custodia schermante, che ha lo scopo di ridurre la radiazione di segnali a frequenza spuria. Il piano superiore della custodia presenta piccoli fori attraverso i quali vien fatta uscire l'aria di raffredamento del tubo, soffiata da un ventilatore.

struito con una lastra di alluminio piegata ad U, avente da tutti i lati flangie alte 12 mm. Il lato aperto della U è fissato al pannello frontale mediante viti, alla maniera illustrata dalle fotografie.

Lungo le flangie dello schermo, e intervallati di circa 3 cm l'uno dall'altro, verranno fissati dei dadi elastici. (Questi dadi possono essere sostituiti da semplici fori filettati per viti da 5 mm eseguiti sulle flangie).

Uno schermo di questo tipo può essere autocostruito con una certa facilità, oppure può essere fatto costruire da una officina con una modica spesa.

I tre strumenti indicatori verranno montati in alto sul pannello frontale e sono schermati dall'intenso campo a radiofrequenza generato dall'amplificatore, mediante uno schermo a forma di scatola che copre posteriormente i tre strumenti indicatori. Lo schermo per strumenti sarà alto 11 cm e profondo 65 mm. La sua lunghezza sarà tale da combaciare perfettamente con le pareti laterali dello schermo, ossia della custodia esterna dell'amplificatore.

I collegamenti che vanno agli strumenti indicatori attraversano l'area superiore del telaio, per andare sotto il telaio, introdotti in un pezzo di tubo metallico di 12 mm di diametro, filettato da entrambe le estremità e fissato mediante dadi. Un estremo di questo tubo verrà così fissato al telaio e l'altro estremo allo schermo per gli strumenti.

I componenti principali dell'apparato vanno montati in modo da ottenere una certa simmetria estetica dei comandi disposti sul pannello frontale e che la lunghezza dei collegamenti risulti la minima possibile.

Lo zoccolo del tubo elettronico e il condensatore variabile C_1 sotto vuoto vanno piazzati verso il bordo posteriore del telaio. Il condensatore verrà montato verticalmente sul telaio, comandato dal pannello frontale mediante un gruppo ad ingranaggi conici, situato sotto il telaio (Fig. 33).

L'impedenza a radiofrequenza anodica IRF-1 è posta fra il tubo elettronico e il condensatore variabile sotto vuoto.

Davanti al tubo vi è il condensatore variabile C_2 in aria da 1500 $\mu\mu$F, comandato dal pannello frontale. Esso è sostenuto da due robusti squadretti di alluminio, tali che l'alberino del condensatore variabile risulti allineato con il comando dell'induttore variabile L_1.

L'induttore anodico L_1 è fissato al telaio parallelamente al pannello frontale ed è comandato mediante un piccolo gruppo ad ingranaggi conici, visibile nella Fig. 32. Con questo gruppo di ingranaggi è possibile ottenere una perfetta simmetria nella disposizione

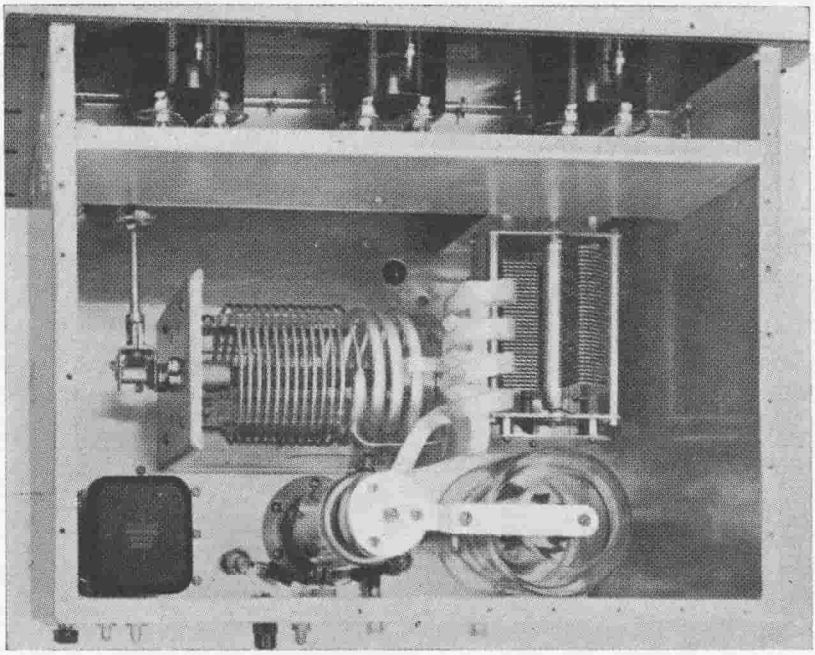


Figura 32.
L'AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT CON TETRODO 4-400A VISTO DALL'ALTO

Il gruppo di bobine di accordo anodico dell'amplificatore è posto parallelamente al pannello frontale ed è comandato mediante un gruppo ad ingranaggi conici. A destra è visibile il condensatore variabile di carico di antenna. Verso il bordo posteriore del telaio, al centro, è visibile il condensatore variabile sotto vuoto, montato verticalmente sul telaio. Il tubo 4-400 A e il suo zoccolo sono visibili nell'angolo posteriore destro del telaio, mentre nell'angolo posteriore sinistro è montato il trasformatore dell'alimentatore che fornisce le tensioni di polarizzazione della griglia controllo e della griglia schermo. I condensatori di blocco anodico sono sistemati fra due dischi di alluminio, montati sopra il condensatore variabile sotto vuoto. L'impedenza a radiofrequenza anodica è posta fra il tubo e il condensatore variabile sotto vuoto. Alla base di quest'ultimo vi sono le impedenze filtro a v.h.f. sulla tensione anodica e i relativi condensatori di fuga. Gli strumenti misuratori sono schermati mediante uno schermo di alluminio che si sviluppa per tutta la lunghezza del telaio. I collegamenti che da questi strumenti vanno al piano inferiore del telaio vengono protetti da un tubo metallico (nell'angolo sinistro). Superiormente, la custodia viene chiusa completamente mediante una lastra metallica.

dei comandi di L_1 e di C_2 sul pannello frontale.

Il condensatore variabile nel vuoto è posto al centro del telaio ed è comandato dal pannello frontale mediante una manopola a contatore e un gruppo di ingranaggi conici. Per rispettare la simmetria estetica sul pannello frontale, la manopola a contatore è montata in modo che il suo alberino risulti a circa 67 mm di altezza rispetto al bordo inferiore del pannello frontale. L'asse centrale del gruppo di ingranaggi del condensatore variabile sotto vuoto

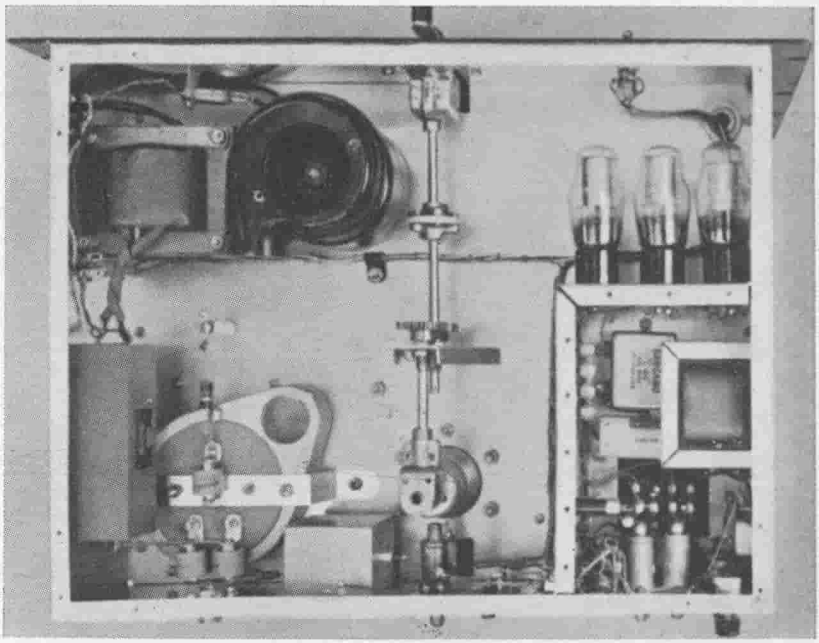


Figura 33.
IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE PILOTATO SUL CATODO, VISTO DAL BASSO

Nello spazio sotto il telaio vanno posti l'alimentatore che fornisce la tensione di polarizzazione alla griglia controllo e quella di alimentazione della griglia schermo e il circuito di entrata dell'amplificatore. Il trasformatore di alimentazione del filamento e l'impedenza bifilare del filamento sono posti sulla parete sinistra del telaio. Lo zoccolo del tubo è posto vicino all'impedenza. I terminali di griglia schermo dello zoccolo sono collegati a massa mediante una larga striscia di alluminio fissata ai terminali dello zoccolo e alla massa del telaio. Fra il terminale di griglia e il centro di questa striscia di alluminio è montato il condensatore di fuga sulla griglia. I condensatori di entrata sono montati fra i terminali di filamento e la presa coassiale di entrata posta sulla parete posteriore del telaio. A destra è visibile il comparto dove viene montato l'alimentatore (vedi figura 34). Sono anche visibili i tubi stabilizzatori di tensione. Al centro del telaio si vede il gruppo di ingranaggi conici per la regolazione del condensatore variabile sotto vuoto e l'uscita del circuito del voltmetro. Vicino al trasformatore di alimentazione del filamento vi è il motore del ventilatore. L'aria contenuta sotto il telaio, mossa dalla ventola di questo ventilatore, sfugge attraverso i fori di ventilazione disposti nello zoccolo. Dopo che la piastra di fondo del telaio sia stata avvitata al suo posto, si porrà tutto intorno un nastro adesivo di cellophane in modo da ottenere una tenuta d'aria più che possibile ermetica.

risulta però a soli 35 mm di altezza rispetto al bordo inferiore del pannello frontale.

Per accoppiare fra loro l'alberino della manopola a contatore con l'asse del gruppo di ingranaggi conici si impiegheranno due ingranaggi diritti di 30 mm di diametro ciascuno, in ottone, disposti come indicato nella Fig. 34. Questi ingranaggi verranno tenuti in posizione mediante un sostegno costituito da una lastra di alluminio ricotto.

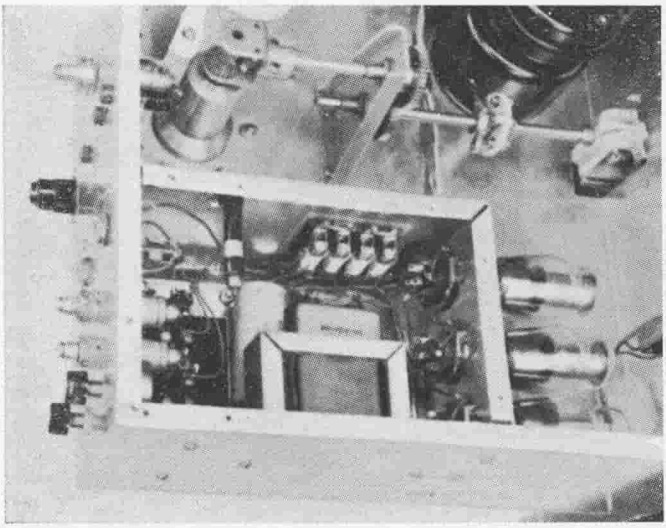


Figura 34.
DETTAGLIO DEL COMPARTO DELL'ALIMENTATORE E DEL SISTEMA DI DEMOLTIPLICA AD INGRANAGGI CONICI

Gli alberi di comando del condensatore variabile sotto vuoto e della manopola a contatore sono collegati fra loro mediante ingranaggi tenuti insieme da un supporto a forma di trapezio, fissato al telaio. Sulla parete di fondo del telaio, in corrispondenza all'alimentatore, sono fissati alcuni componenti di questo ultimo. I rettificatori al silicio vengono fissati a basette portafusibili, a loro volta fissate ad una parete dell'alimentatore. Tutti i collegamenti che escono fuori dal comparto dell'alimentatore vengono fatti passare attraverso piccoli condensatori a passante, del tipo ceramico. I collegamenti di alimentazione del primario vengono fatti passare attraverso condensatori di fuga a passante, da 0,1 μF, montati sulla parete posteriore del telaio. Vicino allo spigolo di sinistra del telaio sono sistemati i potenziometri R_1 e R_2.

Lo zoccolo del tubo

In questo amplificatore è stato usato uno zoccolo Eimac con raffreddamento ad aria forzata. Il piccolo ventilatore, il cui motore è alimentato direttamente dalla tensione di rete, è montato vicino allo zoccolo. Tutto lo spazio sotto il telaio viene chiuso a tenuta d'aria mediante il piano di fondo del telaio.

Una striscia di alluminio alta 200 mm attraversa la mezzeria dello zoccolo e si piega in basso, ad ambedue le estremità, in modo da adagiarsi sul telaio. Questa striscia di alluminio viene tenuta dai due terminali di griglia schermo dello zoccolo e dalle due viti disposte diagonalmente e che servono per il fissaggio della struttura dello zoccolo.

Le estremità della striscia ad U vengono fissate con viti al telaio, costituendo così per il circuito di griglia schermo un circuito di ritorno a massa a bassa impedenza.

Il condensatore di fuga sulla

griglia, del tipo ceramico da 0,001 μF - 5000 V, è montato direttamente fra il centro della striscia di alluminio ad U e il terminale di griglia dello zoccolo del tubo.

La presa di entrata a radiofrequenza J_1 è montata sulla parete posteriore del telaio direttamente dietro lo zoccolo del tubo e i due condensatori ceramici da 0,001 μF vengono collegati fra il terminale centrale della presa J_1 e ognuno dei due terminali di filamento dello zoccolo del tubo.

I terminali di filamento vanno collegati alla impedenza bifilare a radiofrequenza L_2, mediante collegamenti i più corti possibile. Tale impedenza è montata sulla parete laterale del telaio, immediatamente sopra lo zoccolo del tubo, vedendo l'amplificatore come in Fig. 33.

I componenti dell'alimentatore vengono montati dentro l'apposito comparto schermato, le cui dimensioni sono di cm $12,7 \times 19$ (Fig. 34). Tutti i collegamenti che escono da questo comparto vanno fatti passare attraverso condensatori ceramici a passante da 0,001 μF montati sulle pareti dello schermo.

I quattro rettificatori al silicio sono montati su quattro portafusibili, a loro volta montati su una piccola lastra di materiale isolante. Essi verranno posti sulla parete laterale del comparto schermato dell'alimentatore, mentre sulla parete adiacente a quella dove vanno montati i rettificatori al silicio verranno montati gli zoccoli dei tubi stabilizzatori di tensione.

Montaggio e accordo dell'amplificatore

I collegamenti dei circuiti d'alimentazione dell' amplificatore possono essere eseguiti mediante conduttori isolati non schermati, dato che il campo a radiofrequenza esistente nello spazio sotto il telaio risulta estremamente basso. Tutti i collegamenti percorsi da corrente continua verranno legati fra loro alla maniera visibile in Fig. 33.

Come si è detto, i collegamenti per gli strumenti posti in alto sul pannello frontale attraversano l'area superiore del telaio racchiusi dentro un tubo di alluminio di 12 mm di diametro.

Fra i due terminali di ciascuno strumento verrà montato un condensatore di fuga, come si può vedere dallo schema elettrico di Fig. 30.

Per facilitare l'esecuzione delle misure di tensione sarà utile montare dietro il telaio dell'amplificatore un certo numero di prese isolate per spine a banana ($J_6 \div J_{10}$). Oltre a queste, nella parete posteriore del telaio verranno montate due prese a jack a circuito chiuso (J_4 e J_5) per l'esecuzione della mi-

sura della corrente che attraversa i tubi stabilizzatori di tensione.

Le bobine a radiofrequenza IRF-2 verranno avvolte su un bastoncino di legno, di 10 mm di diametro, tagliato a cuneo, in modo da poterlo sfilare dopo aver avvolta la bobina, lasciando questa priva di supporto.

I collegamenti del circuito anodico posto sopra il telaio vanno eseguiti con striscie di rame argentato.

Dopo aver completato il montaggio dell'amplificatore, si potrà eseguire il controllo dell'alimentatore. Si inseriscono correttamente i tubi stabilizzatori di tensione nei rispettivi zoccoli e si misura la corrente che circola nel circuito di stabilizzazione di tensione. Si regola il resistore a filo a cursore da 1500 Ω, in serie nell'alimentatore, in modo da ottenere una corrente di 40 mA nei tubi stabilizzatori della tensione di griglia schermo. Se per ottenere il valore corretto di corrente, la resistenza in serie deve scendere al di sotto di 500 Ω, bisognerà aumentare la capacità del condensatore di entrata al filtro. Ponendo al posto del condensatore da 1 μF un condensatore da 8 μF si avrà un sostanziale aumento della tensione sviluppata dall'alimentatore.

La corrente di 40 mA, che passa nei tubi VR150, si divide fra il tubo VR-75 e il potenziometro R_1 regolatore della tensione di polarizzazione negativa di griglia. Quando, regolando il resistore a cursore da 1500 Ω, si è ottenuto che nella presa J_4 si misura una corrente di 40 mA, la corrente che si deve misurare sulla presa J_5 relativa al tubo VR-75 deve risultare di 25 mA.

Se si vuole, dopo aver completata la messa a punto dell'alimentatore, si potrà sostituire il resistore fisso.

Per ultimo si agirà sul potenziometro R_1 di regolazione della polarizzazione negativa della griglia controllo in modo da misurare una tensione di —60 V fra la presa J_9 (meno) e la presa J_6 (più).

Prima di applicare la tensione al tubo, bisogna porre il commutatore S_2 nella posizione « Accordo ». Si inserisce sull'amplificatore un carico di antenna adeguato e si applicano all'amplificatore le tensioni di polarizzazione negativa di griglia, di alimentazione della griglia schermo e di alimentazione anodica.

Si regola il potenziometro di polarizzazione R_1 in modo da ottenere (in assenza di segnale) una corrente anodica corrispondente a quella indicata nella tabella di Fig. 30.

Si tenga presente che non si deve mai applicare l'eccitazione all'amplificatore senza che a questo sia applicata la tensione di alimentazione anodica. Non si deve

neppure applicare l'eccitazione se non dopo aver collegato all'uscita dell'amplificatore un adeguato carico di antenna. Se non si ottemperano a queste due condizioni, avviene che la eccessiva potenza che si dissipa sulla griglia controllo e sulla griglia schermo danneggerà certamente il tubo.

Si tenga infine presente che non si deve mai applicare la tensione di griglia schermo al tubo, senza che a questo non sia già applicata la tensione di alimentazione anodica.

Mediante il « relè di comando » l'alimentatore che fornisce le tensioni di polarizzazione negativa della griglia controllo e la tensione di alimentazione della griglia schermo, contenuto dentro l'amplificatore, viene posto in funzione contemporaneamente all'alimentatore esterno che fornisce la alta tensione di alimentazione anodica.

Mediante un circuito di relè fonico si può ottenere, tramite questo relè di comando, la chiusura dei circuiti di alimentazione dell'amplificatore.

Il commutatore S_2 « Accordo-Funzionamento » non deve essere azionato mentre all'amplificatore è applicata l'eccitazione. Ciò perchè, nell'istante di transizione del commutatore da una posizione all'altra, per effetto della momentanea interruzione del collegamento a massa della griglia schermo, tutta la potenza di eccitazione verrebbe ad essere applicata alla griglia controllo del tubo. In pratica qualche volta è stata eseguita erroneamente questa commutazione mentre al tubo era applicata la piena eccitazione e, ciò malgrado, il tubo non è stato danneggiato. Però è sempre più prudente non eseguire questa manovra.

A questo punto si può collegare l'uscita dell'eccitatore all'entrata dell'amplificatore. Bisogna fare in modo che l'eccitatore fornisca all'amplificatore un piccolo segnale di frequenza e ampiezza fisse (ossia un'onda portante). Si accorda il circuito volano anodico dell'amplificatore regolando il condensatore C_1 e si regola il carico dell'amplificatore, man mano aumentando il segnale di eccitazione e il carico, fino a raggiungere le condizioni di funzionamento indicate nella tabella di Fig. 30, con segnale di eccitazione sinusoidale.

Dopo di ciò, parlando dinanzi al microfono, si debbono ottenere approssimativamente gli stessi valori di correnti assorbite e di potenze che si hanno quando l'eccitatore fornisce all'amplificatore un segnale ad onda portante fissa.

Mediante due rivelatori di inviluppo, come quelli descritti in un precedente capitolo, si può controllare la linearità del funzionamento dell'amplificatore.

4-9 Amplificatore da un kilowatt per funzionamento lineare o in classe C

Con una coppia di tetrodi 4-250 A oppure 4-400 A si può realizzare un amplificatore con circuito di uscita a π, capace di assorbire 1000 W di potenza di alimentazione anodica durante il funzionamento in telegrafia ad onda portante non modulata o in telefonia con modulazione sull'anodo. Lo stesso amplificatore può fornire due kilowatt di potenza sul picco dell'inviluppo del segnale, quando funziona come amplificatore lineare per banda laterale unica.

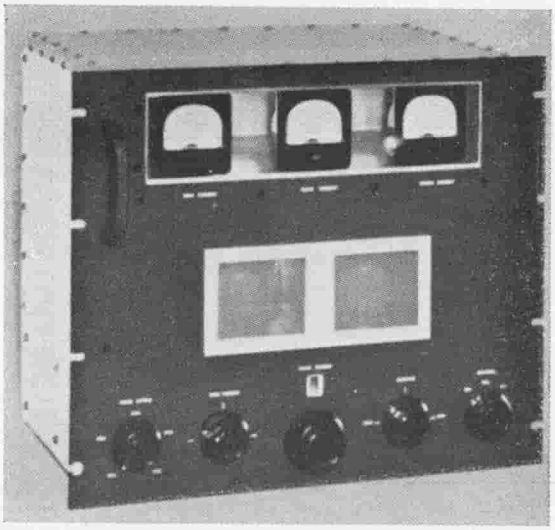


Figura 35.
L'AMPLIFICATORE DI IMPIEGO GENERALE PUO' FUNZIONARE IN CLASSE A, B O C

Questo amplificatore da un kilowtat impiega due tubi 4 - 250 A in parallelo. Il suo circuito di uscita è del tipo a π. Selezionando opportunamente la tensione di polarizzazione negativa delle griglie controllo o la tensione di alimentazione delle griglie schermo, si può variare la classe di funzionamento di questo amplificatore. Su una lastra di materiale isolante, fissata dietro la finestra superiore del pannello frontale, verranno fissati gli strumenti che indicano le correnti di griglia controllo, di griglia schermo e di anodo. I tubi possono essere visti, durante il funzionamento, attraverso una finestra eseguita sul pannello frontale dell'amplificatore e protetta mediante una rete metallica di schermatura. Nella parte in basso del pannello frontale vi sono i seguenti comandi (da sinistra a destra): Commutatore di banda. Accordo di griglia. Accordo di anodo. Regolazione del carico. Circuito di comando di alimentazione. La manopola di accordo anodico è solidale con la piccola manopola a contatore.

Mediante una opportuna scelta delle varie tensioni di funzionamento e cioè della tensione di polarizzazione negativa della griglia controllo, della tensione di alimentazione della griglia schermo e della tensione di eccitazione, si può modificare il funzionamento di questo amplificatore, facendolo funzionare in classe A o B, oppure in classe C.

L'amplificatore è progettato per funzionare con una tensione di alimentazione anodica di 4000 V e, nel funzionamento in classe C, richiede una potenza di eccitazione minore di 25 W.

Come si vede dallo schema elettrico di Fig. 36, nel circuito anodico di questo amplificatore è stato usato un circuito a π, del tipo a commutazione di banda. Il circuito di uscita a π è un mezzo assai efficace per ottenere un corretto adattamento di impedenza fra un generatore di potenza a radiofrequenza e una impedenza di carico di basso valore. Mediante un circuito di uscita a π corret-

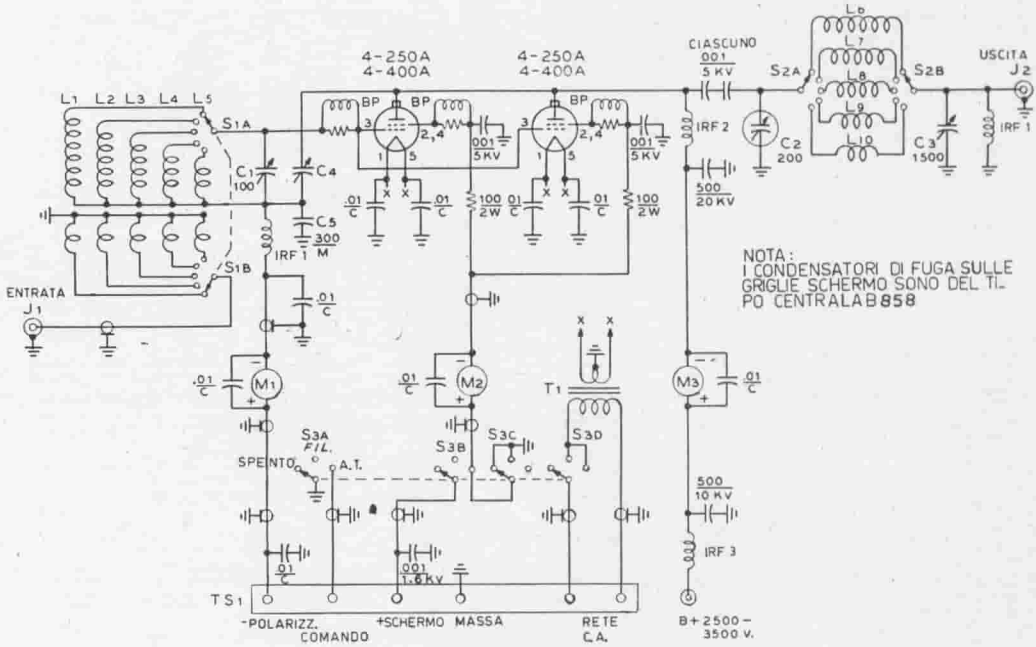


Figura 36.
SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT, DI IMPIEGO GENERALE

C_1 - Condensatore variabile da 100 $\mu\mu$F. (Hammarlund HF - 100).

C_2 - Condensatore variabile sotto vuoto 200 $\mu\mu$F - 10 kV. (Jennings UCS - 200).

C_3 - Condensatore variabile in aria da 1500 $\mu\mu$F. (Cardwell - 8013).

C_4 - Condensatore di neutralizzazione a disco. (Millen 15011).

C_5 - Condensatore a mica 300 $\mu\mu$F - 1250 V.

$L_1 \div L_{10}$ - Vedi tabella delle bobine di figura 39.

BP - 6 spire filo smaltato $\varnothing$ 1 mm avvolte su un resistore ad impasto da 47 Ω - 2 W.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH (National R - 100).

IRF_2 - Robusta impedenza a radiofrequenza a banda larga (Barker e Williamson tipo 800).

IHF_3 - Impedenza a radiofrequenza per v.h.f. (Ohmite Z - 144).

S_2 - Commutatore a 2 vie - 6 posizioni (Communication Products Co tipo 88).

S_3 - Commutatore a 4 vie - 3 posizioni (Centralab).

T_1 - Trasformatore di alimentazione per i filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 5 V - 20 A.

M_1 - Milliamperometro a corrente continua da 50 mA fondo-scala.

M_2 - Milliamperometro a corrente continua da 750 mA fondo-scala. Gruppi ad ingranaggi - N. 2 del tipo G 465 e G 466 della Boston Gear.

tamente progettato è possibile ottenere un rapporto di trasformazione di tensione maggiore di 10 a 1, ossia un rapporto di trasformazione di impedenza maggiore di 100 a 1.

Altra caratteristica dei circuiti di uscita a π consiste nell'ottenere una attenuazione dell'ordine di 30 decibel e anche maggiore, nell'ampiezza della componente a seconda armonica del segnale di uscita di un amplificatore, rispetto alla componente a frequenza fon-

damentale (ossia al segnale desiderato).

Siccome l'ampiezza della seconda armonica generata da un tubo amplificatore risulta di solito dell'ordine dei 20 decibel al di sotto della fondamentale, si ha che con il circuito di uscita π, l'uscita a seconda armonica di un trasmettitore viene ad avere una ampiezza di almeno 50 decibel più bassa rispetto alla ampiezza del termine a frequenza fondamentale del trasmettitore. Per le armoniche di ordine superiore al secondo, ossia per la terza, la quarta etc. armonica, le attenuazioni sono logicamente assai maggiori.

Le tensioni di picco che si formano sul condensatore di entrata dei circuiti di uscita a π sono uguali a quelle che si avrebbero sul condensatore di accordo di un normale circuito volano anodico « ad un solo polo caldo » alimentato dallo stesso tubo alle stesse condizioni di funzionamento.

Le tensioni di picco che normalmente si formano ai capi del condensatore di uscita (di carico) del circuito di uscita a π risultano minori di quelle che si formano sul condensatore di entrata del circuito stesso. Le due tensioni stanno fra loro come le radici quadrate delle rispettive impedenze. Ossia, il rapporto fra la tensione sul condensatore di entrata e quella sul condensatore di uscita è uguale alla radice quadrata del rapporto di trasformazione di impedenze del circuito di uscita a π. Pertanto, se un circuito deve adattare una impedenza di 5000 Ω di carico di un tubo con una impedenza di carico di antenna di 50 Ω, il rapporto di trasformazione di impedenza risulta di 100 e quindi la tensione di picco che si forma ai capi del condensatore di uscita risulta 1/10 della tensione che si forma ai capi del condensatore di entrata del circuito a π.

Quando l'impedenza di carico di antenna di un amplificatore è piuttosto bassa, occorre che il condensatore di uscita del circuito a π abbia una capacità considerevolmente maggiore di quella del condensatore di entrata al circuito stesso.

Di solito, per un funzionamento sulla frequenza di 3,5 MHz, la capacità di uscita deve essere compresa fra 500 μμ F e 1500 μμ F, a seconda del rapporto di trasformazione di impedenza.

Nelle Figg. 35 e 41 è illustrata una aggiornatissima versione di un amplificatore per tutte le bande di frequenza assegnate ai radiodilettanti, nel quale è montato un circuito di uscita a π.

Questo amplificatore può essere fatto funzionare come amplificatore lineare per banda laterale unica oppure come amplificatore in classe C.

Se l'amplificatore viene fatto funzionare dentro il suo normale

campo di frequenza di funzionamento, esso non genera gravi interferenze alle ricezioni televisive.

Descrizione del circuito Nella Fig. 36 è riportato lo schema elettrico dell'amplificatore di impiego generale.

Nella Fig. 35 è riportata una fotografia dell'amplificatore, visto dal davanti, dalla quale si può vedere la disposizione simmetrica dei comandi sul pannello frontale. Nella Fig. 37 è riportata una fotografia dello stesso amplificatore, visto posteriormente.

Come condensatore di entrata del circuito di uscita a π è stato usato un condensatore variabile

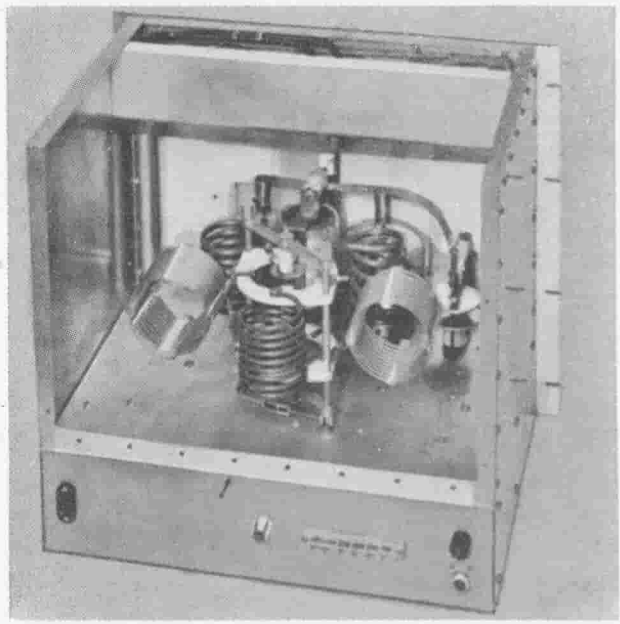


Figura 37.
L'AMPLIFICATORE DI IMPIEGO GENERALE VISTO POSTERIORMENTE (CON COPERTURA DI SCHERMO POSTERIORE RIMOSSA).

Il circuito di uscita a π è costituito da un commutatore a contatto strisciante, del tipo ad alta tensione, e da cinque bobine. Il commutatore è comandato dal pannello frontale mediante un gruppo di ingranaggi e un alberino (visibili nella figura 38). Il condensatore variabile sotto vuoto è montato in posizione verticale, fra i due tubi, immediatamente dietro la impedenza a radiofrequenza anodica. A destra è visibile il condensatore di neutralizzazione, collegato agli anodi dei tubi mediante una larga striscia di rame argentato. Gli strumenti sono racchiusi dentro un comparto schermato eseguito con lastra di alluminio. Questa schermatura è lunga quanto il telaio dell'amplificatore. A sinistra è visibile il tubo di alluminio entro il quale vanno posti i conduttori che, dallo scomparto schermato degli strumenti, vanno sotto il telaio. Le ghiere metalliche degli zoccoli dei tubi vanno collegate a massa mediante molle a balestra di bronzo fosforoso.

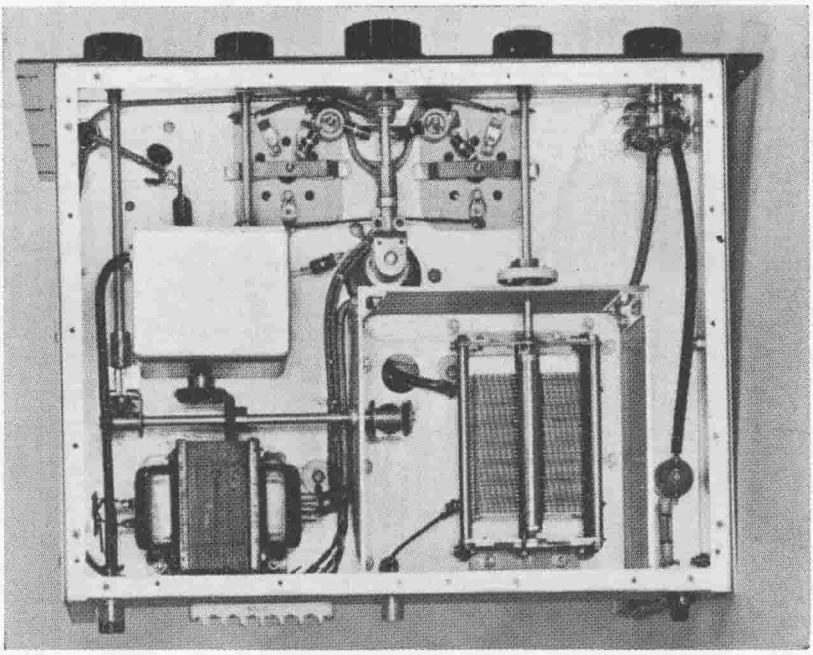


Figura 38.

SISTEMAZIONE DEI COMPONENTI SOTTO IL TELAIO

Il circuito accordato di griglia è chiuso dentro uno schermo a forma di scatola, visibile a sinistra. Il commutatore di gamma di tale circuito è orientato verso il bordo posteriore del telaio ed è comandato mediante un gruppo ad ingranaggi, il cui ingranaggio di trasmissione è solidale con un altro ingranaggio, che effettua la commutazione di banda del circuito accordato anodico. I commutatori vengono poi entrambi comandati mediante un gruppo ad ingranaggi conici. Il condensatore di uscita del circuito a π è schermato rispetto a tutti gli altri componenti posti sotto il telaio. I terminali di griglia schermo di ogni zoccolo per tubo sono collegati fra loro mediante una striscia di rame alta 10 mm. I condensatori a bassa induttanza di fuga sulle griglie schermo sono collegati a massa ciascuno su una delle viti di montaggio del rispettivo zoccolo. Fra la striscia di rame che collega insieme i terminali di griglia schermo e il rispettivo condensatore di fuga della griglia schermo è inserita una impedenza a radiofrequenza di blocco delle oscillazioni parassite. Tutti i collegamenti di alimentazione sotto il telaio sono eseguiti in cavo schermato il cui schermo viene collegato a massa a convenienti intervalli (ogni 3 cm circa). Il collegamento che porta la tensione di alimentazione anodica è eseguito con cavo coassiale RG - 8/U al quale sia stata tolta la calza schermante esterna.

da 200 $\mu\mu$F, sotto vuoto. Il condensatore di uscita dello stesso circuito a π, ossia il condensatore sull'uscita a bassa impedenza del circuito stesso, è da 1500 $\mu\mu$F, variabile in aria.

Le bobine del circuito di uscita a π vengono inserite, una alla volta, a seconda della gamma di funzionamento dell'amplificatore, mediante un commutatore a due vie — 5 posizioni. Questo commutato-

re è del tipo ceramico, ad alta tensione, e a contatto strisciante (a rotazione).

Ciascuna bobina è tarata per un valore ottimo di Q, consentendo così di ottenere anche alle frequenze più alte, un ottimo rendimento, oltre ad una adeguata attenuazione delle armoniche del segnale di uscita.

Nella fotografia di Fig. 37 è visibile chiaramente il circuito volano, mentre i dati completi delle bobine che lo costituiscono sono riportati nella tabella della Fig. 39.

Il condensatore di blocco anodico è realizzato collegando in serie due condensatori ceramici da 0,001 μF - 5000 V.

Bisogna porre in atto ogni particolare accorgimento per assicurare la stabilità di funzionamento dell'amplificatore entro tutto il campo di frequenze alle quali l'amplificatore stesso va usato.

I terminali di griglia schermo di ciascuno zoccolo del tubo vanno collegati insieme fra loro mediante una striscia di rame alta 10 mm. Fra il centro della striscia e il condensatore di fuga della griglia schermo relativo a quel tubo va inserita l'impedenza (B P) di bloc-

Figura 39.
TABELLA DELLE BOBINE PER L'AMPLIFICATORE DA UN KILOWATT

BOBINE DI GRIGLIA	BOBINE DI ANODO
L_1 - (80 metri) 46 spire di ferro smaltato ∅ 0,5 avvolte su supporto di polistirolo (Amphenol) di 19 mm. di diametro e 25 mm di altezza.	L_6 - (80 metri) 17 spire filo rame argentato ∅ 2,5 mm avvolte con diametro di spira di 7,5 cm. Passo: 1 spira ogni 4 mm.
L_3 - (20 metri) 12 spire su supporto Miniductor tipo 3011 della Barker e Wiliiamson. Diametro della bobina 19 mm. Altezza della bobina 19 mm.	L_7 - (40 metri) 10 spire filo rame argentato ∅ 2,5 mm avvolte con diametro di spira di 7,5 cm. Passo: 1 spira ogni 5 mm.
L_4 - (15 metri) 7 spire su supporto Miniductor tipo 3011 della Barker e Williamson. Diametro della bobina 19 mm. Altezza della bobina 22 mm.	L_8 - (20 metri) 9 spire tubo di rame ∅ est. 4,8 mm avvolte con diametro di spira di 64 mm. Altezza della bobina 7,5 cm.
L_5 - (10 metri) 5 spire, avvolte come L_4. Tutte le bobine hanno un primario di accoppiamento (link) costituito da 3 spire di filo isolato in cotone sterlingato.	L_9 - (15 metri) 7 spire tubo di rame ∅ est. 6,3 mm avvolte con diametro di spira di 57 mm e altezza della bobina 7,5 cm.
	L_{10} - (10 metri) 5 spire tubo di rame ∅ est. 6,3 mm avvolte con diametro di spira di 57 mm e altezza della bobina 7,5 cm.

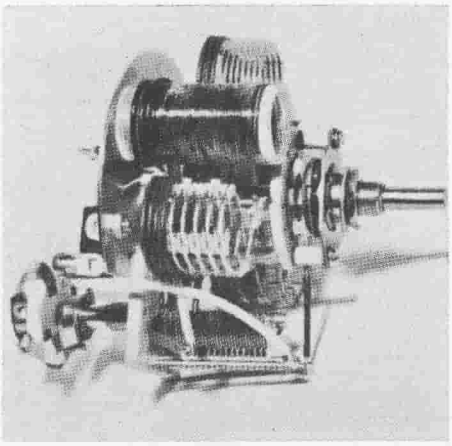


Figura 40.
MONTAGGIO DEL CIRCUITO ACCORDATO DI GRIGLIA

Le bobine sono montate direttamente fra i due settori del commutatore, fissate mediante i loro stessi terminali. Una piccola piastra di alluminio, fissata posteriormente ai distanziatori dei due settori, sostiene il condensatore di accordo di griglia, il cui alberino sporge fuori dallo schermo che racchiude il circuito accordato di griglia. Tutto il gruppo di accordo di griglia verrà montato prima di essere sistemato dentro lo schermo che lo racchiude.

co delle oscillazioni parassite. Inoltre, sempre allo scopo di assicurare la stabilità di funzionamento dell'amplificatore, verranno inseriti, in ogni collegamento che porta la corrente di alimentazione della griglia schermo, resistori di smorzamento da 100 Ω - 2 W. Un reoforo di ciascuno di questi resistori andrà posto sul reoforo del condensatore di fuga della griglia schermo, mentre l'altro reoforo del resistore andrà collegato al conduttore che porta la tensione di alimentazione della griglia schermo.

Fra i terminali di griglia dei due tubi (collegati in parallelo) e il circuito accordato di griglia verrà inserita una terza impedenza B P di blocco delle oscillazioni parassite.

Le cinque bobine che costituiscono il circuito accordato di griglia verranno racchiuse dentro un piccolo schermo di alluminio, avente la forma di una scatola, e posto vicino agli zoccoli dei due tubi (vedansi le Figg. 38 e 40).

L'amplificatore è neutralizzato mediante un sistema di neutralizzazione a ponte, costituito dal condensatore C_4 di neutralizzazione e dal condensatore C_5 di fuga sul circuito di griglia.

Per la esecuzione dell'accordo dell'amplificatore, si può interrompere la tensione di alimentazione delle griglie schermo. Questa interruzione viene effettuata mediante il settore B del commutatore S_3.

Quando il commutatore è nella posizione « Spento » oppure nella posizione « Fil » (accensione filamenti), il circuito delle griglie schermo risulta collegato a massa, mediante il settore C del condensatore S_3.

Costruzione dell'amplificatore L'amplificatore verrà costruito su un telaio di alluminio avente le dimensioni di cm 33×44×8. A questo telaio è fissato un pannello normalizzato (largo 48,5 cm) e alto cm 35.

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI TUBI 4-250A E 4-400A
(I DATI SI RIFERISCONO A DUE TUBI)

PARAMETRO	FUNZIONAMENTO			
	SSB N°1	SSB N°2	FONIA	GRAFIA
TENSIONE ANODICA	3000	3000	2500	3000
CORRENTE ANODICA (MA)	110-420	260-440	400	330
TENSIONE DI SCHERMO	600	500	500	500
CORRENTE DI SCHERMO(MA)	24	1.0	60	70
POLARIZZ. NEG. DI GRIGLIA	-110	-80	-200	-200
POLARIZZ.NEG. DI SICUREZ.	-110	-80	-120	-120
CORRENTE DI GRIGLIA(MA)	0	0	20	20
POTENZA DI USCITA (W)	800	700	770	800

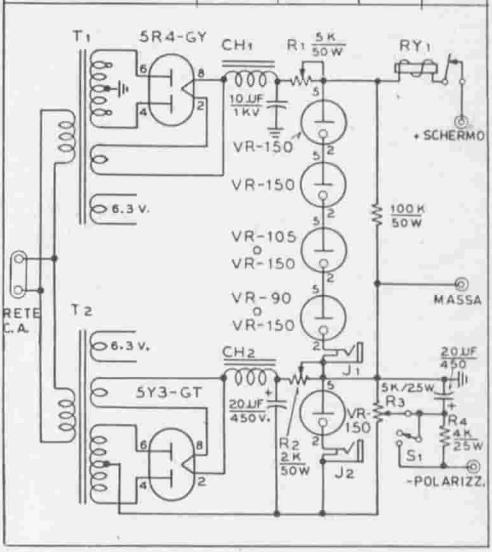


Figura 41.

DATI DI FUNZIONAMENTO DEI TUBI E SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE CHE FORNISCE LA TENSIONE DI POLARIZZAZIONE NEGATIVA DI GRIGLIA E LA TENSIONE DI ALIMENTAZIONE DELLA GRIGLIA SCHERMO

T_1 - Trasformatore di alimentazione.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondari: 870 - 410 - O - 410 - 370 V - 150 mA e 60 mA
5 V - 2 A
6,3 V - 3,5 A

T_2 - Trasformatore di alimentazione.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondari 235 + 235 V - 40 mA
5 V - 2 A

CH_1 - Impedenza filtro 7 H - 150 mA.

CH_2 - Impedenza filtro 7 H - 50 mA.

RY_1 - Relé di sovraccarico, regolabile entro il campo di correnti da 100 a 250 mA.

Nota - J_2 è isolata dal telaio.

Come si è detto, i componenti del circuito accordato di griglia sono contenuti dentro una scatola di alluminio, avente le dimensioni di cm $10 \times 10 \times 7{,}5$.

Il condensatore di carico anodico C_3 (variabile in aria, di 1500 $\mu\mu$F), la impedenza a radiofrequenza I R F 1 e la presa di uscita J_2 sono sistemati dentro un comparto schermato, avente le dimensioni di cm $15 \times 15 \times 7{,}5$ costruito mediante piccoli pezzi di angolare di alluminio e mediante lastre di alluminio di opportune dimensioni.

La custodia superiore dell'amplificatore assicura la schermatura del circuito anodico. Essa è appoggiata sul telaio dell'amplificatore. Per la sua costruzione si useranno lastre di alluminio ricotto, opportunamente tagliate e sagomate.

Dalla Fig. 37 può essere rilevata la disposizione dei componenti

principali dell'amplificatore. I due zoccoli per i tubi sono sistemati direttamente dietro la finestra centrale eseguita nel pannello frontale. Fra essi viene sistemata l'impedenza a radiofrequenza anodica.

Il condensatore variabile sotto vuoto è montato verticalmente sul telaio, immediatamente dietro gli zoccoli, in corrispondenza della linea mediana del telaio. A destra degli zoccoli è posto il condensatore C_4 di neutralizzazione.

Il commutatore ceramico ad alta tensione S_2 A-B è posto direttamente dietro il condensatore variabile sotto vuoto ed è montato con alberino verticale.

Il condensatore variabile sotto vuoto è comandato dal pannello frontale mediante una manopola a contatore e mediante un gruppo ad ingranaggi conici, visibile chiaramente nella fotografia del telaio visto dal basso (Fig. 38).

I commutatori di banda del circuito accordato di griglia e del circuito anodico sono a comando unico e vengono azionati contemporaneamente mediante due gruppi ad ingranaggi conici pilotati da un unico alberino di trasmissione. Pertanto, mediante il comando di commutazione di banda, posto nell'angolo sinistro in basso del pannello frontale, entrambi i circuiti vengono comandati contemporaneamente.

È necessario applicare agli zoccoli dei tubi amplificatori la ventilazione ad aria forzata.

A tale scopo, al centro della lastra di chiusura di fondo del telaio verrà montato un potente ventilatore azionato direttamente dalla tensione di rete.

In seguito all'azione del ventilatore, l'aria contenuta nella parte inferiore del telaio aumenta di pressione e tende a sfuggire attraverso i fori di aereazione esistenti negli zoccoli e che sono posti vicino ai piedini dei tubi.

Tutti i collegamenti sotto il telaio (fatta eccezione dei collegamenti che portano la tensione di accensione ai tubi) dovranno essere eseguiti con cavo ad alto isolamento (a 5 kV) rivestito di una calza metallica, che verrà collegata alla massa del telaio ogni 2,5-3 cm.

Il collegamento che, partendo dal terminale ad alta tensione per la alimentazione dell'amplificatore, va allo strumento misuratore della corrente anodica, posto sul pannello frontale, verrà eseguito con cavetto coassiale RG-8/U, al quale sia stata asportata la calza di schematura esterna. Lo stesso tipo di conduttore verrà utilizzato per il collegamento che, partendo dal milliamperometro che misura la corrente anodica dell'amplificatore, va all'impedenza a radiofrequenza anodica IRF-2.

I tre strumenti misuratori verranno montati su una lastra di plexiglas (o di altro materiale isolan-

te idoneo) posta dietro una seconda lastra di materiale isolante, a sua volta fissata ad una finestra eseguita nella parte superiore del pannello frontale.

Gli strumenti verranno schermati dall'intenso campo elettromagnetico generato dal circuito anodico dell'amplificatore, mediante una opportuna schermatura di alluminio, che oltre a proteggere gli strumenti, ne scherma anche i relativi collegamenti. Questo schermo di alluminio ha la stessa lunghezza del telaio dell'amplificatore.

I collegamenti che vanno agli strumenti attraversano lo spazio superiore del telaio (dove vi è il circuito accordato anodico), passano dentro un pezzo di tubo di alluminio di 12 mm di diametro, filettato ad entrambe le estremità. Questo tubo, ad una estremità, verrà fissato, mediante dadi, al telaio e all'altra estremità verrà fissato alla schermatura degli strumenti.

Superiormente al telaio, i collegamenti del circuito anodico verranno eseguiti mediante striscie di rame argentato, larghe 12 mm, come si può vedere chiaramente nella fotografia della figura 37 riportata in questo capitolo.

Neutralizzazione dell'amplificatore Dopo aver eseguito il montaggio dell'amplificatore e dopo averlo controllato con la dovuta attenzione, bisogna provvedere a neutralizzarlo. Questa operazione può essere eseguita con l'amplificatore non collegato al suo alimentatore.

Si inseriscono i tubi nei rispettivi zoccoli e si invia al circuito anodico dell'amplificatore un segnale a radiofrequenza di circa 10 W a 30 MHz. Questo segnale verrà immesso nell'amplificatore collegando un trasmettitore da 10 W alla presa coassiale di uscita J_2.

Si accordano alla risonanza con la frequenza del segnale di eccitazione immesso su J_2, il circuito anodico e il circuito di griglia. Per la esecuzione preliminare di questo accordo ci si può servire di un oscilatore ad assorbimento di griglia (grid- dip meter). Dopo di ciò si collega alla presa coassiale J_1 di entrata dell'amplificatore un voltmetro sensibile a radiofrequenza, realizzato ponendo in serie ad un milliamperometro a corrente continua da 1 mA fondo-scala, un diodo a cristallo tipo 1N34. La indicazione di questo strumento dipende dal grado di sbilanciamento del circuito di neutralizzazione.

Si consiglia di iniziare la regolazione della neutralizzazione applicando alla presa coassiale di uscita J_2 dell'amplificatore una potenza ridotta e poi aumentandola man mano. Si eviterà così di danneggiare eventualmente lo

strumento del voltmetro a radiofrequenza.

Si pongano in risonanza con il segnale di eccitazione applicato a J_2 il circuito anodico dell'amplificatore e il circuito accordato di griglia, in modo da ottenere la massima indicazione del voltmetro a radiofrequenza. (Milliamperometro da 1 mA con in serie il diodo 1N34). Dopo di ciò si regola il condensatore di neutralizzazione C_4 in modo da portare al minimo la indicazione del voltmetro.

Ad ogni variazione della capacità del condensatore C_4 di neutralizzazione si deve ritoccare l'accordo dei circuiti risonanti anodico e di griglia dell'amplificatore.

Quando si è trovato il punto di C_4 al quale corrisponde la minima indicazione del voltmetro a radiofrequenza, si bloccherà la posizione di C_4 mediante il dispositivo di bloccaggio a vite.

Il raggiungimento di una neutralizzazione più o meno completa dipende dalla efficienza del circuito di fuga sulla griglia schermo. Per questa ragione è consigliabile impiegare, in questo amplificatore, i componenti elencati in calce allo schema elettrico di Fig. 36, dato che la loro sostituzione con altri componenti similari potrebbe pregiudicare il buon funzionamento dell'amplificatore. In particolare, i condensatori riportati nell'elenco non possono venire sostituiti con condensatori di fuga a mica oppure ceramici a disco, o con altri tipi di condensatori, dato che il più alto valore di induttanza interna di questi condensatori renderebbe assai difficile il raggiungimento di una buona neutralizzazione.

L'alimentatore per le tensioni di polarizzazione di griglia e di alimentazione di schermo

Quando l'amplificatore funziona come amplificatore lineare in classe AB_1 richiede, per il raggiungimento delle migliori condizioni di funzionamento, una tensione di polarizzazione negativa della griglia controllo compresa fra — 60 V e — 110 V. La tensione di alimentazione della griglia schermo deve essere compresa fra 300 V e 600 V.

Per un funzionamento dell'amplificatore in Classe C con modulazione anodica la tensione di alimentazione della griglia schermo è di 400 V.

Per un funzionamento in classe C in telegrafia non modulata la tensione di alimentazione di griglia schermo deve risultare di circa 500 V. (Con una tensione ancora maggiore si otterrebbe un fun-

zionamento dello stadio leggermente migliore).

Per il funzionamento in telefonia con modulazione anodica o in telegrafia non modulata, la tensione di polarizzazione di sicurezza deve essere di circa — 120 V.

Nella Fig. 41 sono riportati i vari gruppi di tensioni c
di funzionamento e, in basso a tale figura, è riportato lo schema elettrico di un alimentatore speciale, in grado di fornire la tensione di polarizzazione negativa di griglia e la tensione di alimentazione anodica per l'amplificatore.

L'alimentatore è in grado di sviluppare una tensione per l'alimentazione delle griglie schermo alquanto più alta di quanto prescritto. Questa tensione viene poi ridotta al suo giusto valore mediante un resistore variabile in serie R_1. Questo resistore verrà regolato in modo che nella presa J_1 venga misurata una corrente di 30 mA con l'alimentatore non collegato all'amplificatore.

Il resistore variabile R_2 verrà anch'esso regolato in modo che nella presa J_2 venga misurata una corrente di 30 mA con l'alimentatore non collegato all'amplificatore.

Il valore della tensione di polarizzazione di sicurezza può venire regolato variando la posizione del cursore del resistore variabile a filo R_3.

Per un funzionamento in classe C è necessaria una addizionale polarizzazione di griglia, che si sviluppa ai capi del resistore in serie R_4.

Quando l'amplificatore deve funzionare in classe C, l'interruttore S_1 deve essere aperto, mentre deve essere chiuso quando deve funzionare come amplificatore lineare per banda laterale unica.

È indispensabile provvedere a proteggere le griglie schermo dei tetrodi contro l'eventualità di una corrente eccessiva, quale è quella che può circolare durante l'accordo dell'amplificatore o a causa di un difettoso funzionamento dell'amplificatore stesso. Il modo più efficace per eseguire questa protezione consiste nell'inserire un relè di sovraccario, che interrompa il circuito di alimentazione delle griglie schermo ogni volta che si raggiunge il valore di dissipazione massima consentita per le griglie schermo stesse.

La dissipazione massima di griglia schermo di due tubi 4-250 A oppure 4-400 A è di 70 W e pertanto il relè RY_1 deve essere tarato in modo da interrompere il circuito di alimentazione delle griglie schermo ogni qualvolta nel circuito stesso circoli una corrente uguale o maggiore a 100 mA.

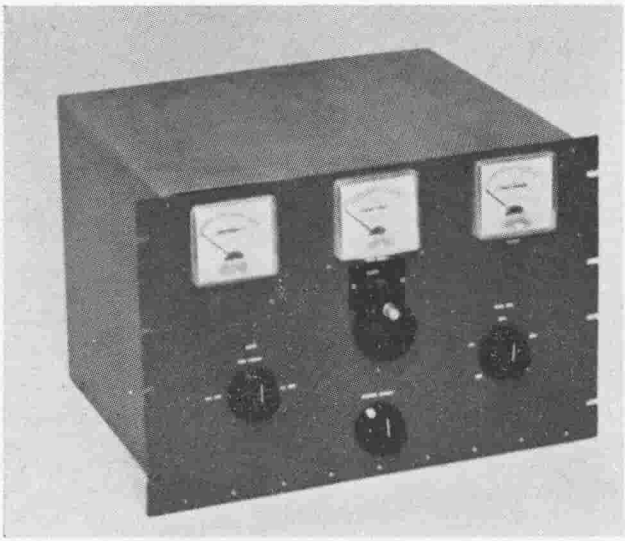


Figura 42.
L'AMPLIFICATORE CON TUBO 4CX-1000A PER TUTTE LE BANDE DI FREQUENZA E' IN GRADO DI FORNIRE SUL PICCO DELL'INVILUPPO DEL SEGNALE A BANDA LATERALE UNICA, UNA POTENZA DI 2 KILOWATT

Nel funzionamento in telefonia o in telegrafia la potenza ottenibile è di 1 kW. In alto sul pannello frontale sono sistemati tre strumenti che misurano rispettivamente il segnale di pilotaggio applicato alla griglia (o la eventuale corrente di griglia del tubo oppure la corrente di griglia schermo), la corrente anodica del tubo e la tensione di uscita del circuito a π. Il condensatore variabile sotto vuoto, posto all'entrata del circuito a π, è azionato mediante una manopola a contatore, posta al centro del pannelo frontale. Sotto questa manopola, sul pannello frontale, è posta la manopola che regola la capacità del condensatore di uscita del circuito a π. A sinistra vi è il commutatore che commuta lo strumento misuratore di entrata mentre a destra vi è il commutatore d gamma. L'amplificatore è completamente contenuto in una custodia metallica che riduce la radiazione di segnali spuri.

4-10 Amplificatore per tutte le bande di frequenza da 2 kW sul picco dell'inviluppo

In questo paragrafo verrà descritto un efficiente amplificatore lineare per tutte le bande di frequenza assegnate ai radiodilettanti, adatto a funzionare su banda laterale unica, in telefonia e in telegrafia non modulata. La potenza di alimentazione anodica di questo amplificatore è la massima consentita dalle vigenti disposizioni americane sulle stazioni radio dilettantistiche.

In questo amplificatore è stato usato un tetrodo di potenza ceramico del tipo 4CX-1000A, impiegato in un circuito rispondente, come schema di principio, a quello della Fig. 11 (C) illustrato precedentemente in questo stesso capitolo.

Il tubo Eimac 4CX-1000A è con bulbo ceramico e metallico. Esso è previsto per funzionare con raf-

freddamento ad aria forzata ed è un tetrodo del tipo « a fascio radiale » che può ammettere una dissipazione anodica massima di 1000 W. Esso funziona a tensione di alimentazione anodica relativamente bassa, ma con corrente forte ed è particolarmente adatto alla realizzazione di amplificatori lineari a radiofrequenza in Classe AB_1, date le sue doti preminenti di alta amplificazione e di bassa distorsione. La massima tensione di alimentazione anodica che può essere applicata a questo tubo è di 3000 V.

Con il tubo 4CX-1000A è possibile ottenere una potenza di uscita di 1680 W facendolo funzionare come amplificatore lineare a radiofrequenza per banda laterale unica, quando l'eccitatore fornisce a questo amplificatore un segnale di frequenza e ampiezza fisse e adeguate (ossia quando l'eccitatore viene pilotato con un segnale ad audiofrequenza sinusoidale).

La massima dissipazione di griglia del tubo 4CX-1000A è di **zero** watt. Dato che il tubo non ammette alcuna dissipazione di griglia, esso deve essere impiegato in modo che l'eccitazione non faccia mai divenire positiva la griglia controllo. Pertanto, con una potenza di eccitazione molto bassa (teoricamente zero) risulta possibile ottenere da questo tubo la massima potenza di uscita.

Descrizione del circuito Nella Fig. 43 è riportato lo schema elettrico dell'amplificatore per tutte le bande, con tubo 4CX-1000A.

Il circuito di entrata (di griglia) di questo amplificatore è del tipo aperiodico, con resistenza di carico di griglia, mentre il circuito anodico di uscita dell'amplificatore stesso è del tipo a π.

L'eccitatore di questo amplificatore deve fornire una tensione di pilotaggio che abbia un valore massimo (di picco) di 60 V, su un resistore R_1 di entrata di 100 Ω. Ciò equivale a dire che sul resistore di entrata R_1 si dissipa una potenza di picco di 36 W, dato che, come si è detto, la griglia non assorbe alcuna potenza.

Data la forma d'onda dei segnali vocali, la potenza di picco di 36 W equivale ad una potenza media di 20 W. Pertanto il resistore R_1 dovrà essere del tipo antiinduttivo, per una potenza di 20 W.

Nel circuito di griglia è incorporato un semplice voltmetro a diodo, che ha lo scopo di indicare l'ampiezza (valore massimo) del segnale di pilotaggio applicato all'amplificatore. Il diodo usato in questo voltmetro è del tipo 1N66.

Nell'amplificatore vengono pure misurate la corrente di alimentazione della griglia schermo e la corrente anodica.

La tensione continua di polarizzazione negativa per la griglia con-

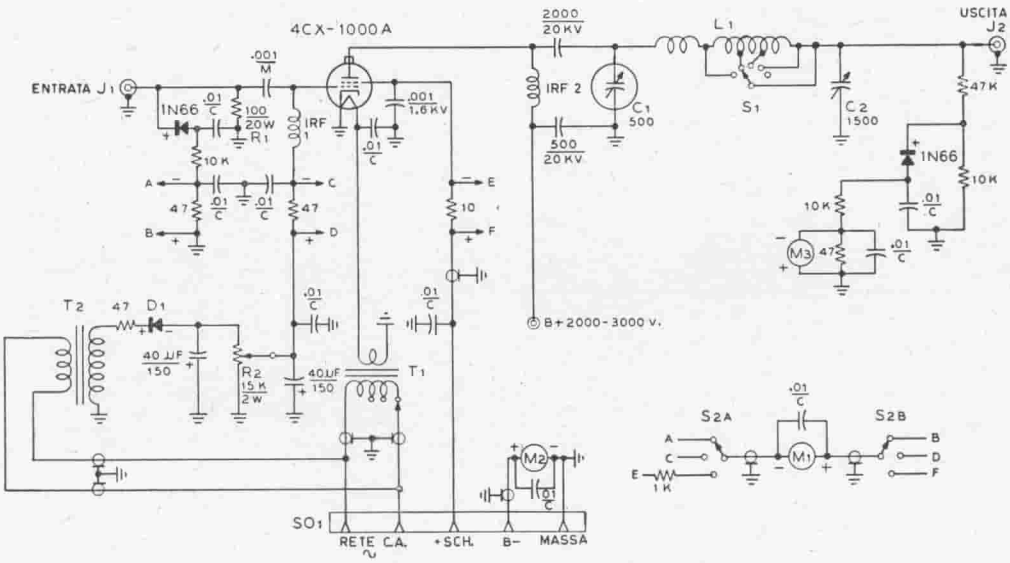


Figura 43.
SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE LINEARE CON TUBO 4CX-1000A

C_1 - Condensatore variabile sotto vuoto da 500 µµF - 10 kV. (Jennings UCSL 4-500).

C_2 - Condensatore variabile in aria da 1500 µµF. (Cardwell 8013).

L_1 - S_1 - Gruppo di commutazione anodica per tutte le bande e per forte corrente. (Barker e Williamson tipo 852).

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH. (National R - 100).

IRF_2 - Robusta impedenza a radiofrequenza anodica. (Raypar RL - 100).
Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 6 V - 12,5 A.

T_2 - Trasformatore per la tensione di polarizzazione negativa di griglia. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 125 V - 15 mA.

R_1 - Resistore non induttivo da 100 Ω - 20 W. Può essere costruito ponendo in serie-parallelo un certo numero di resistori ad impasto, da 2 o 4 W. Si possono usare due resistori Sprague tipo NIT da 10 W « Cool-ohm » e da 200 Ω, in parallelo.

M_1 - Milliamperometro a corrente continua da 1 mA fondo-scala.

M_2 - Amperometro a corrente continua da 1A fondo-scala.

M_3 - Milliamperometro a corrente continua da 1 mA fondo-scala.
Zoccolo: Eimac SK-800 con raffreddamento ad aria forzata.

trollo viene fornita da un piccolo alimentatore con rettificatore al selenio ad una semionda. Questo alimentatore è contenuto dentro la stessa custodia che racchiude l'amplificatore.

Il circuito anodico dell'amplificatore impiega il nuovo gruppo a commutazione di gamma a tamburo modello 852 della Barker e Williamson, particolarmente adatto a tubi che, come il 4CX-1000A, funzionino a bassa tensione e forte corrente. Il condensatore variabile di ingresso al circuito di uscita a π è di 500 µµF, del tipo sotto vuoto, mentre il condensatore di regolazione del carico, all'uscita del circuito a π, è di 1500 µµF, variabile in aria.

Quando l'amplificatore deve funzionare anche nella banda degli 80 metri di lunghezza d'onda e il carico è a bassa impedenza, deve essere aggiunto, in parallelo al condensatore variabile C_2 di uscita del circuito a π, un condensatore fisso a mica, da 1500 $\mu\mu$F.

Allo scopo di facilitare l'accordo dell'amplificatore, è stato aggiunto sul circuito di uscita un altro voltmetro a radiofrequenza, con diodo 1N66.

Comportamento della griglia schermo

I tetrodi possono presentare una corrente di griglia schermo invertita, ossia negativa, di valore più o meno alto, a seconda delle caratteristiche costruttive dei tubi stessi. Questa caratteristica è molto evidente nel tetrodo 4CX-1000A.

Sotto particolari condizioni di funzionamento, è possibile ottenere da questi tubi una corrente (negativa) di griglia schermo dell'ordine di 25 mA.

In generale, i valori di corrente negativa di griglia schermo sono tanto più alti, quanto più bassa è la tensione di alimentazione anodica dei tubi.

Quando si ha un'emissione secondaria di questa entità risulta estremamente difficile misurare la dissipazione effettiva della griglia schermo. In presenza di emissione secondaria, il prodotto della tensione di alimentazione della griglia schermo per la relativa corrente non corrisponde più alla reale dissipazione della griglia schermo.

L'esperienza ha dimostrato che la griglia schermo funziona entro i limiti di dissipazione ammissibili per questo tubo quando la tensione anodica, la tensione di eccitazione applicata allo stadio e la corrente di griglia schermo (indicata da uno strumento) corrispondono ai valori riportati nella tabella di Fig. 48.

La tensione di alimentazione di griglia schermo deve essere manteuta costante per qualsiasi valore di corrente positiva o negativa che circoli nella griglia schermo. Se l'alimentatore che fornisce la tensione di alimentazione alla griglia schermo presentasse una tensione di uscita che cresce quando la corrente di griglia schermo diviene negativa, la corrente anodica del tubo potrebbe assumere valori pericolosamente alti.

La stabilizzazione della tensione di alimentazione della griglia schermo può essere ottenuta in diversi modi. Una soluzione consiste nel collegare all'uscita dell'alimentatore che fornisce la tensione di alimentazione per la griglia schermo una combinazione di tubi stabilizzatori di tensione. Un'altra soluzione consiste nell'inserire un forte resistore zavorra (bleeder) fra i terminali di uscita dell'alimentatore. Tale resistore zavorra

deve assorbire approssimativamente una corrente di 70 mA, alla normale tensione di alimentazione della griglia schermo.

La tensione di alimentazione della griglia schermo non è particolarmente critica, soprattutto quando la tensione di alimentazione anodica è uguale o maggiore a 2500 V. Se invece il tubo viene fatto funzionare ad una tensione di alimentazione anodica dell'ordine dei 2000 V, allora occorre regolare accuratamente la tensione di alimentazione della griglia schermo, se si vuole ottenere una buona linearità nel funzionamento dell'amplificatore.

Come alimentatore per la tensione di griglia schermo si può usare, con soddisfacenti risultati, un alimentatore che fornisca a 350 V c.c. una corrente di 150 mA, con filtro di spianamento ad ingresso induttivo e con una resistenza zavorra che assorba 70 mA.

La tensione raddrizzata fornita da questo alimentatore verrà variata mediante un autotrasformatore a rapporto variabile (Variac) posto a monte del primario del trasformatore di alimentazione, oppure spostando opportunamente l'inserzione della tensione di rete sul primario del trasformatore stesso.

Per ottenere una tensione fissa di alimentazione della griglia schermo si possono impiegare tre tubi VR-105 nei quali venga fatta passare una corrente di 40 mA.

Costruzione dell'amplificatore Dalle Figg. 42, 44, 45, 46 e 47 può essere rilevata la disposizione da dare ai vari componenti dell'amplificatore.

Si userà un pannello di larghezza normalizzata (cm 48,5) alto 31 cm come pannello frontale della custodia. La profondità della custodia è di cm 36. La custodia verrà costruita mediante pezzi di angolare a L di alluminio di 12×12 mm.

Il piano superiore della custodia, le pareti laterali e la parete superiore saranno eseguiti in lastra di alluminio forata. Il piano di fondo della custoria sarà invece realizzato con lastra di alluminio piena.

Lo zoccolo del tubo 4CX-1000A, il trasformatore per l'alimentazione del filamento del tubo e i componenti del circuito di griglia verranno montati su un telaio di dimensioni molto piccole. Nell'apparato illustrato dalle fotografie questo telaio aveva le dimensioni di cm 15,5×7,5×36. Un bordo di questo telaio viene lasciato senza parete, ossia a spigolo vivo (vedi Fig. 47).

Questo telaio verrà montato verso la parte sinistra della custodia e sostiene un piccolo squadretto di alluminio, sul quale vanno mon-

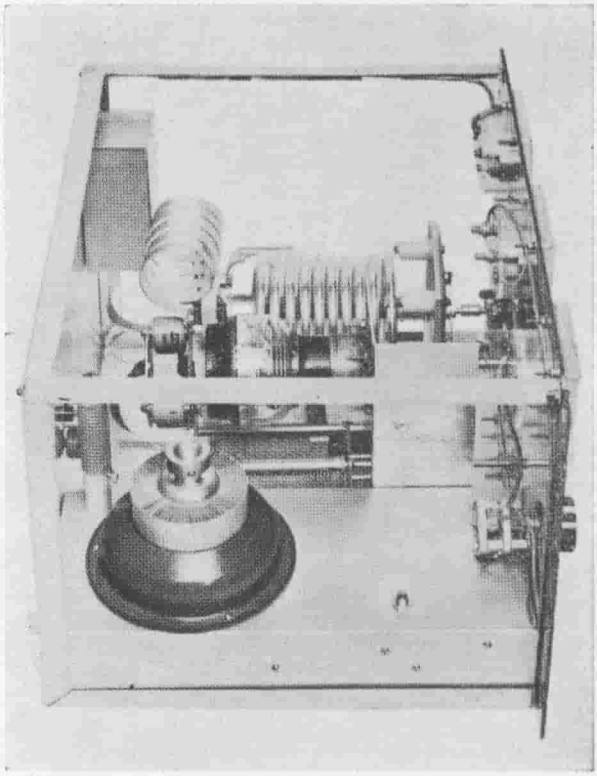


Figura 44.

L'AMPLIFICATORE CON TUBO 4CX-1000A VISTO LATERALMENTE

E' visibile il telaio parziale per il tubo 4CX-1000A. Dietro il tubo è visibile la impedenza a radiofrequenza del circuito anodico. Mediante un ventilatore, posto esternamente, e che manda l'aria attraverso un foro eseguito nella parete posteriore del telaio (vedasi anche la figura 46), viene inviato un getto d'aria di raffreddamento ai piedini del tubo. In primo piano, a destra del tubo, è visibile l'alberino di comando del potenziometro regolatore della tensione di polarizzazione negativa di griglia. Esso è posto fra il tubo e il commutatore dello strumento.

tati i due condensatori del circuito di uscita a π.

Il gruppo di bobine del circuito anodico dell'amplificatore verrà fissato direttamente sul piano di fondo della custodia dell'amplificatore alla maniera visibile in Fig. 45.

Il circuito volano anodico è a bassa impedenza e pertanto richiede un condensatore di accoppiamento anodico di capacità più alta del solito. Per tale ragione si monteranno, fra due dischi di alluminio, quattro condensatori da 500 μμF - 20 kV del tipo per filtro dell'EAT (extra alta tensione) dei televisori. Si realizza in tal modo un condensatore da 2000 μμF che andrà montato dietro il terminale dello statore del condensatore variabile di accordo C_1.

La bobina L_1 del gruppo di bobine di accordo anodico, relativa alla banda dei 10 metri di lunghezza d'onda, va fissata direttamente ad un disco di alluminio di questo condensatore, mentre l'altro disco va collegato all'anodo del tubo amplificatore 4CX-1000A.

Nel tubo, al posto del solito zoc-

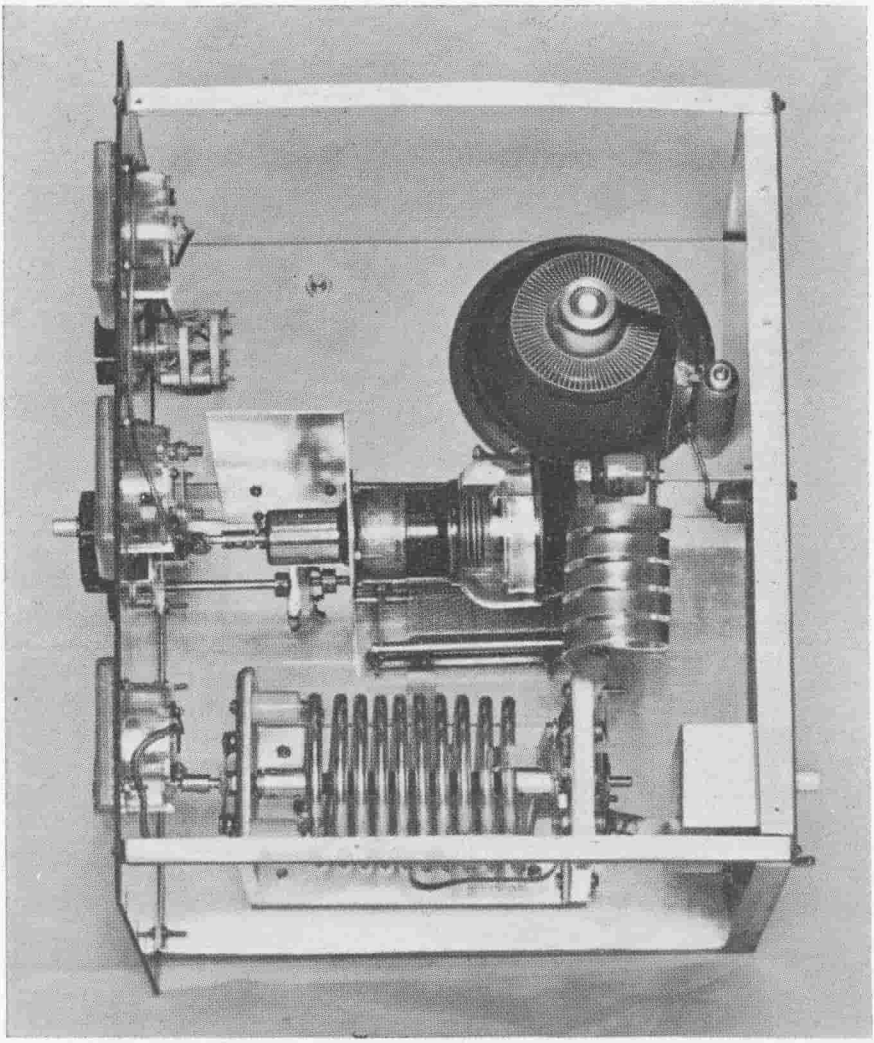


Figura 45.
L'AMPLIFICATORE CON TUBO 4CX-1000A, VISTO DALL'ALTO

Da una parte della custodia dell'amplificatore viene posto un piccolo telaio nel quale è sistemato lo zoccolo Eimac del tubo 4CX-1000A. I condensatori del circuito di uscita a π sono montati su uno squadretto di alluminio fissato a questo telaio. Essi sono comandati dal pannello frontale mediante giunti flessibili. Il gruppo di bobine anodiche per forte corrente e per tutte le bande di frequenza è posto nella parte della custodia dell'amplificatore opposta a quella dove vi è il telaio per il tubo 4CX-1000A. Il voltmetro a diodo sul circuito di uscita dell'amplificatore è montato sulla parete posteriore della custodia dell'amplificatore. Esso viene poi collegato al milliamperometro indicatore posto sul pannello frontale. Dato il bassissimo contenuto di armoniche dell'amplificatore, non occorre effettuare una schermatura degli strumenti indicatori posti sul pannello frontale. Anche se l'amplificatore viene fatto funzionare senza la custodia esterna, esso non genera praticamente alcuna interferenza alle ricezioni televisive, purchè i televisori siano installati entro il normale raggio d'azione del trasmettitore televisivo, ossia dove il campo ha una intensità media.

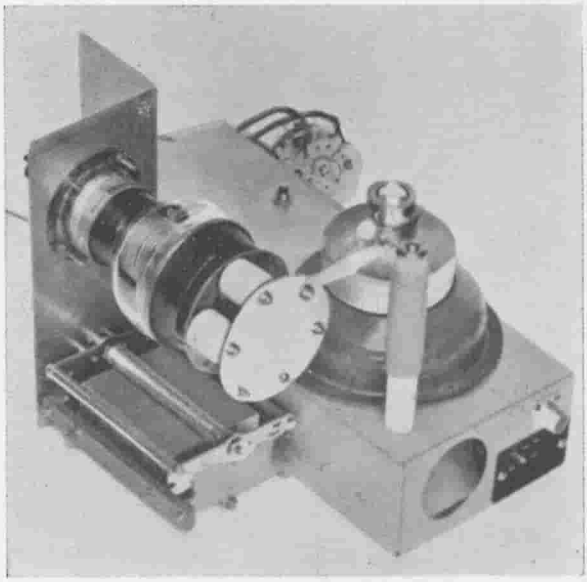


Figura 46.
IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE VISTO POSTERIORMENTE

Sulla parete posteriore del telaio vi sono il foro per l'immissione dell'aria soffiata dal ventilatore; la presa di alimentazione per l'amplificatore e la presa coassiale di entrata. A sinistra è visibile il condensatore di entrata del circuito a π. In primo piano, davanti al tubo, è visibile l'impedenza a radiofrequenza per il circuito anodico del tubo. Essa è del tipo a banda larga, costruita dalla Raypar. Il condensatore di accoppiamento anodico è costituito da quattro condensatori da 500 $\mu\mu$F - 20 kV (del tipo per EAT di televisori) montati fra due dischi di alluminio. Questo condensatore viene poi montato posteriormente allo statore del condensatore variabile sotto vuoto.

colo, sono usate speciali superfici terminali di contatto.

Attraverso la custodia ceramica del tubo escono, per ogni elettrodo, tre contatti che costituiscono gli attacchi a bassa induttanza per gli elettrodi del tubo.

Con il tubo Eimac 4CX-1000A si deve usare il nuovo zoccolo Eimac SK-800, il quale contiene già nel suo interno il condensatore di fuga per la griglia schermo. Inoltre su questo zoccolo è previsto il raffreddamento ad aria forzata.

La tensione normale di alimentazione del filamento del tubo 4CX-1000A è di 6 V e tale tensione deve essere misurata sullo zoccolo durante il funzionamento del tubo. Lo scarto massimo di tensione di alimentazione di filamento deve essere compreso entro il $\pm 5\%$, se si vuole ottenere una lunga durata del tubo.

Si noti che il catodo e un estremo del filamento sono collegati fra loro internamente al tubo.

Per mantenere durante il funzionamento, inferiore a 200°C la temperatura dell'anodo e quella della giunzione fra ceramica e metallo, bisogna fare in modo che il tubo venga sufficientemente raffreddato. Al livello del mare, con una temperatura dell'aria immessa di 20°C, occorre che il tubo venga esposto ad una corrente d'aria di 0,6 m^3 al minuto.

Per ottenere una sufficiente ventilazione per il tubo, si farà in modo che l'aria contenuta sotto il telaio venga compressa mediante

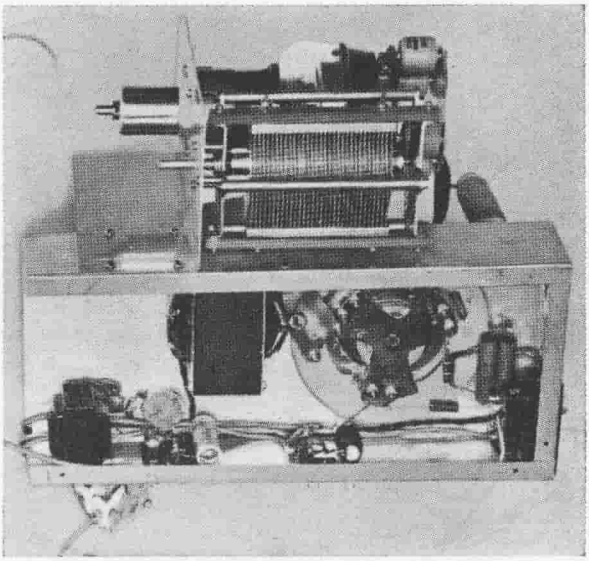


Figura 47.
IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE CON TUBO 4CX-1000A VISTO DAL BASSO

Ad una estremità del telaio è montato l'alimentatore che fornisce la tensione di polarizzazione negativa di griglia. Il trasformatore di alimentazione per il filamento del tubo è montato vicino allo zoccolo del tubo e per evitare la caduta di tensione dovuta alla forte corrente di accensione del tubo, si useranno collegamenti grossi e corti. Questo speciale zoccolo per il tubo 4CX-1000A contiene un condensatore di fuga della griglia-schermo, che assicura per questo elettrodo un ritorno a massa molto efficace.

un ventilatore che abbia una portata di 1 m^3 al minuto. L'aria soffiata dal ventilatore viene fatta passare attraverso un foro, eseguito nella parete posteriore del telaio che sostiene il tubo 4CX-1000A.

Il raccordo fra ventilatore e foro nel telaio verrà eseguito mediante un manicotto di gomma, del tipo che si impiega per il collegamento del radiatore delle automobili.

Anche durante i periodi di sospensione di funzionamento dell'amplificatore (ossia durante l'ascolto) bisogna mantenere la ventilazione applicata al tubo. La ventilazione va applicata all'istante stesso in cui si applica la tensione di alimentazione al filamento del tubo.

Funzionamento dell'amplificatore Le caratteristiche di fuzionamento dell'amplificatore sono riportate nella tabella di Fig. 48.

Il potenziometro R_2 di regolazione della polarizzazione negativa della griglia controllo va regolato in modo che in assenza di segnale di eccitazione, la corrente anodica risulti di 250 mA. Per avere questo valore di corrente anodica, la tensione di polarizzazione negativa di griglia dovrà risultare di circa — 55 V.

La corrente anodica in assenza di segnale e la tensione di alimentazione di griglia schermo debbono risultare i più vicini possibile ai valori indicati se si vuole ottenere la migliore linearità dell'amplificatore.

Figura 48.
CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO DELL'AMPLIFICATORE CON TUBO 4CX-1000-A

Tensione anodica	2000	2500	3000
Tensione di schermo	325	325	325
Tensione di griglia	—55	—55	—55
Corrente anodica senza segnale (mA)	250	250	250
Corrente anodica con eccit. sinus (mA)	1000	1000	900
Corrente schermo senza segnale (mA)	—2	—2	—2
Corrente schermo con eccit. sinus (mA)	30	30	30
Picco di tensione a r.f. di griglia, con eccit. sinus (V)	55	55	55
Potenza di eccitazione con segnale sinusoidale (W)	0	0	0
Potenza di uscita con segnale sinusoidale (W)	1080	1460	1680

Nota - Regolare la tensione di polarizzazione negativa di griglia in modo da ottenere il valore specificato di corrente anodica senza segnale.

La corrente anodica con pieno segnale di eccitazione (costituito da un segnale a banda laterale unica con tono di modulazione sinusoidale) può raggiungere il valore di 1 ampere.

Per ottenere una potenza di picco di 2 kW sull'inviluppo del segnale a banda laterale unica e con buona linearità, bisogna che la tensione di alimentazione anodica sia di 2500 V e che la corrente anodica sia di 800 mA.

Bisogna fare molta attenzione a non applicare mai all'amplificatore la tensione di eccitazione quando, essendo applicata al tubo la tensione di alimentazione di griglia schermo, non è applicata la tensione di alimentazione anodica.

La tensione di eccitazione di griglia deve essere limitata a circa 60 V e la corrente di griglia deve essere sempre tenuta sotto controllo, in modo che non oltrepassi mai il valore di 0,5 mA durante la esecuzione dell'accordo dell'amplificatore.

4-11 Amplificatore di alta potenza con tetrodi in controfase

L'amplificatore a radiofrequenza con tetrodi in controfase continua a mantenere un notevole grado di popolarità malgrado che la più recente tendenza della tecnica sia orientata verso amplificatori ad un « solo polo caldo » e con circuiti di uscita a π.

Tenendo presente il livello di potenza di un amplificatore in controfase, il relativo progetto meccanico deve soddisfare due importanti necessità. Primo: il circuito anodico e il circuito di di griglia debbono venire disposti simmetricamente rispetto ad ambedue i tubi. Secondo: il circuito di entrata e quello di uscita debbono essere completamente schermati l'uno rispetto all'altro.

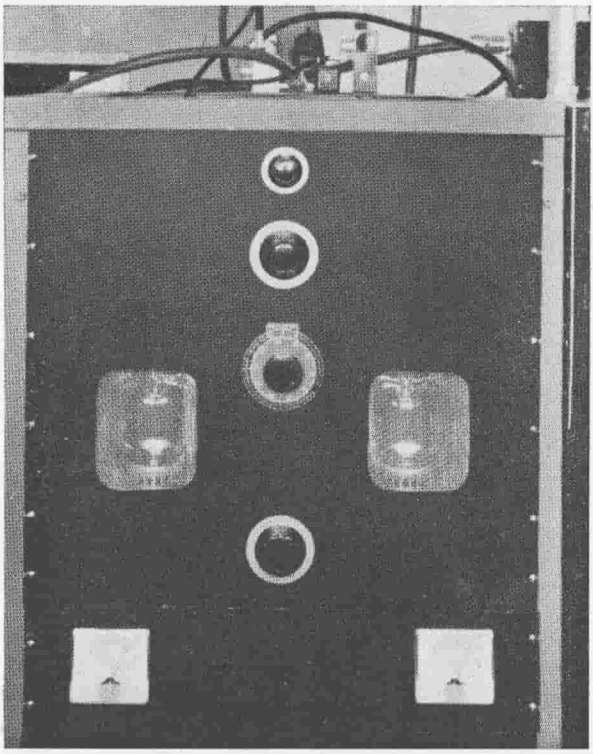


Figura 49.

NELL'AMPLIFICATORE DI ALTA POTENZA SONO USATI DUE TUBI 4-1000 A IN CONTROFASE

Sotto l'aspetto del livello di potenza sviluppata, questo amplificatore può considerarsi un esempio tipico di stadi amplificatori in controfase. Nel pannello frontale, verso il centro, sono eseguite due finestre protette poi mediante una sottile reticella metallica di schermatura. Attraverso queste finestre si vedono i tubi durante il funzionamento. I comandi (dall'alto in basso) sono: Accordo del secondario di uscita. Accoppiamento del secondario di uscita. Accordo del circuito anodico. Accordo del circuito di griglia. L'amplificatore verrà montato in un sostegno per pannelli di dimensioni speciali (da 21" ossia da 533 mm). In un altro pannello (ausiliario) verranno montati gli strumenti che misurano la tensione di alimentazione di filamento di ciascuno tubo e l'alimentatore che fornisce la tensione di alimentazione della griglia schermo e la tensione di polarizzazione negativa di griglia.

Dopo aver determinata la disposizione fisica da dare all'amplificatore, si debbono attuare tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'innesco di oscillazioni parassite nell'amplificatore stesso.

In questo paragrafo verrà descritto un amplificatore in controfase progettato per funzionare nella banda di frequenza da 13 a 15 MHz. In questo amplificatore sono stati usati due tubi 4-1000A in controfase, funzionanti alle loro massime potenze di dissipazione.

Questi tubi possono essere sostituiti con i tubi 4-400-A, 4-250A, oppure 4-125A. Naturalmente, man mano che diminuisce la potenza che può essere sviluppata dall'amplificatore, dovranno essere opportunamente ridotte le caratteristiche dei vari componenti, per adeguarli ai valori man mano minori di tensione, corrente e potenza.

Il progetto dell'amplificatore ne consente l'impiego nella gamma di frequenze compresa fra 3 e 30 MHz. La frequenza più bassa di funzionamento ottenibile è limitata dalla capacità di accordo dei

circuiti volano di griglia e anodico. Se si pongono in parallelo ai condensatori variabili opportuni condensatori fissi, si può portare la frequenza più bassa di funzionamento verso il limite inferiore della gamma delle onde corte (ad esempio sulla banda dei 160 metri di lunghezza d'onda).

La frequenza limite di funzionamento dell'amplificatore è determinata dalla induttanza residua del collegamento interno di griglia schermo del particolare tipo di tubo usato nell'amplificatore.

Alle frequenze fino a 30 MHz non si incontra alcuna difficoltà nella esecuzione della neutralizzazione, impiegando uno qualsiasi dei tipi di tubi su menzionati.

Descrizione del circuito

Nella Fig. 50 è riportato lo schema elettrico completo dell'amplificatore con tetrodi in controfase.

I circuiti di misura sulle griglie, sui filamenti e gli altri circuiti di misura ausiliari, verranno sistemati sotto il telaio, in uno spazio elettricamente « ermetico ». Tutti i collegamenti che entrano in questo spazio vengono adeguatamente filtrati, allo scopo di evitare che dentro lo spazio stesso possa penetrare (oppure uscire) energia a radiofrequenza.

Il circuito anodico dell'amplificatore è racchiuso da una custodia separata, posta sopra il telaio principale dell'amplificatore.

Nei tetrodi esiste un piccolo grado di reazione interna, dovuto alla capacità anodo-griglia del tubo (anche se piccola). Pertanto è necessario attuare la neutralizzazione incrociata dell'amplificatore impiegando due lastrine capacitive montate vicino ai bulbi dei tubi (Fig. 53). Questi condensatori di neutralizzazione verranno regolati in modo da ridurre al minimo la reazione a radiofrequenza in corrispondenza alla più alta frequenza di lavoro dell'amplificatore.

Qualsiasi tendenza verso le oscillazioni parassite verrà eliminata mediante l'impiego di piccole impedenze a radiofrequenza di blocco delle oscillazioni parassite, poste in serie ai collegamenti di griglia e di griglia schermo di ciascun tubo.

Un eccellente sistema per la soppressione delle oscillazioni parassite sulle griglie schermo verrà realizzato collegando insieme fra loro i terminali di griglia schermo di ogni zoccolo del tubo (Fig. 52) mediante uno striscia di rame e inserendo una impedenza di blocco delle oscillazioni parassite fra il centro di questa striscia e il condensatore di fuga sulla griglia schermo.

Con i tubi di maggiore potenza si deve impiegare lo zoccolo Eimac adatto al raffreddamento ad aria.

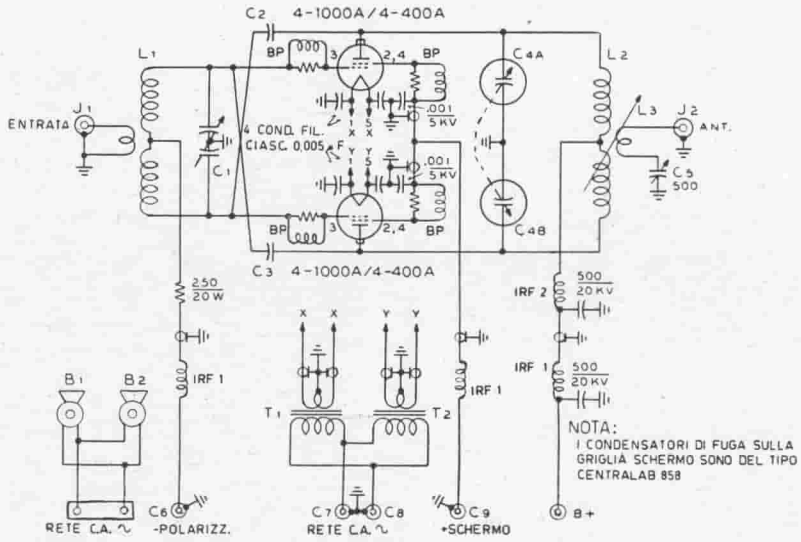


Figura 50.

SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE DI ALTA POTENZA CON TETRODI IN CONTROFASE

C_1 - Condensatore variabile da 100 + 100 µµF, del tipo « a farfalla ». (Barker e Williamson tipo JCX).

C_2 - C_3 - Condensatori di neutralizzazione. (Costituiti da piastrine di rame da cm 2,5 x 7,5, montate vicino ai bulbi dei tubi (vedi figura 53).

C_4A-B - Condensatore variabile sotto vuoto, a statore suddiviso da 60 + 60 µµF. (Eimac VVC - 60 - 20). (Per la sostituzione, vedasi il testo).

C_5 - Condensatore variabile in aria da 500 µµF. (Johnson 500E20).

C_6 ÷ C_9 - Condensatori a passante, da 0,1 µF - 600 V (Centralab « HY-pass »).

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza per v.h.f. (National R-60 oppure Ohmite Z-50).

IRF_2 - Robusta impedenza a radiofrequenza anodica. (Può essere presa da un trasmettitore AN/ART 13 residuato, oppure acquistata presso la Barker e Williamson - tipo 800).

BP - Impedenza a radiofrequenza di blocco delle oscillazioni parassite. (3 spire filo di rame ∅ 1,5 mm con diametro di spira di 12 mm, in parallelo con un resistore a carbone da 47 Ω - 5 W (« Globar »).

Questi tubi infatti richiedono un raffreddamento attuato con un getto d'aria diretto verso la base di ogni tubo.

Per il raffreddamento dei tubi si procederà al seguente modo: posteriormente al telaio vengono montati due ventilatori, azionati direttamente dalla tensione di rete. L'aria da essi soffiata viene diretta, mediante tubi di gomma del tipo per radiatori di automobili, ai due zoccoli dei tubi (vedi Fig. 52).

È necessario collegare a massa la ghiera metallica di ciascun tubo, dato che tale ghiera fa parte del circuito di schermatura della griglia schermo.

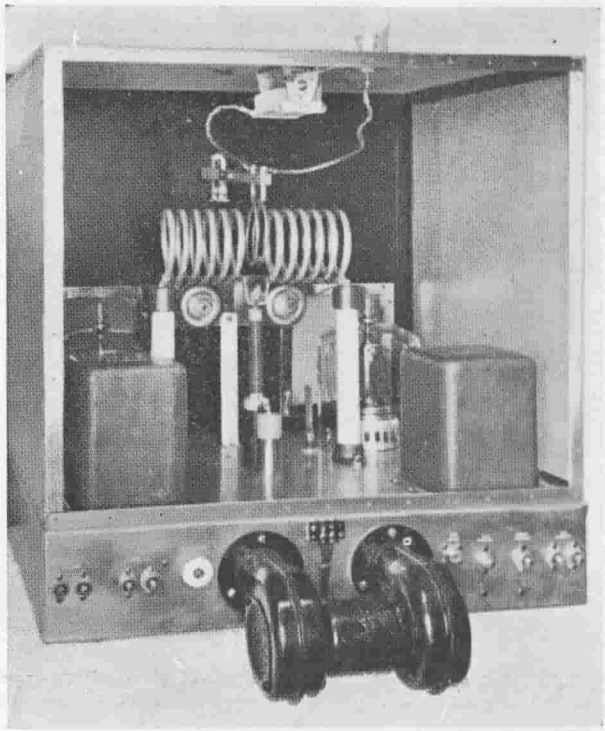
Se nella scatola di confezione dei tubi non è contenuta la molla a balestra per il collegamento a

Figura 51.
L'AMPLIFICATORE VISTO POSTERIORMENTE

Il circuito accordato anodico è posto fra i tubi, i quali sono montati su zoccoli che permettono il raffreddamento ad aria forzata. Il condensatore variabile, sotto vuoto, dal tipo a statore suddiviso, è montato sul pannello frontale. I suoi rotori sono collegati alla massa del telaio mediante una larga striscia di rame. La bobina di accordo anodico è sostenuta da due isolatori ceramici a colonna, alti 25 cm. Posteriormente nel telaio (e quindi in primo piano in questa fotografia) vi sono i due trasformatori che servono ad alimentare ciascuno il filamento di un tubo 4-1000 A. (Ciascuno di questi tubi richiede per l'alimentazione del filamento una tensione di 7,5 V con una corrente di 21 A).

Il secondario di accoppiamento di antenna è spostabile rispetto al circuito volano anodico dell'amplificatore ed è comandato dal pannello frontale tramite un gruppo ad ingranaggi conici. Un estremo di questo secondario va collegato al condensatore variabile di accordo di antenna, mentre l'altro estremo va alla presa coassiale di uscita di antenna montata sul piano superiore della custodia dell'amplificatore.

Questi collegamenti vanno eseguiti mediante una treccia di rame flessibile. Posteriormente sul telaio sono montati i due ventilatori. Tutti i collegamenti di alimentazione, compresi quelli che vanno agli strumenti misuratori della tensione di accensione dei tubi, vengono filtrati mediante condensatore a passante.



massa di questa ghiera, la molla stessa potrà essere autocostruita impiegando una striscia di lastra di ottone crudo o di bronzo fosforoso, larga 10 mm, piegata in modo da appoggiare contro la ghiera metallica del tubo.

Impiegando condensatori variabili « a farfalla » tanto sul circuito di griglia quando sul circuito anodico si conseguirà una eccellente simmetria del circuito.

Nel circuito di griglia si potrà fare uso di bobine intercambiabili del tipo da 100 W. Per livelli di potenza fino al kilowatt, si potranno impiegare anche per il circuito anodico bobine del tipo intercambiabile (naturalmente di costruzione e caratteristiche idonee a tale circuito).

Nel caso che si voglia adoperare l'amplificatore alla massima tensione di alimentazione anodica, si dovrà sostituire il condensatore variabile a farfalla di accordo anodico con un condensatore variabile doppio, sotto vuoto, costruito dalla Eimac (VVC-60-20) evitando così che fra le lamine del condensatore avvengano scariche.

Per tensioni anodiche non superiori a 3500 V si potrà fare uso di un condensatore variabile a

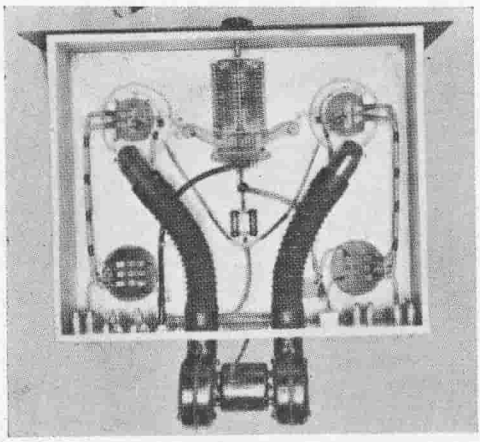


Figura 52.

IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE CON TETRODI 4-1000 A IN CONTROFASE, VISTO DAL BASSO

I ventilatori sono collegati agli zoccoli mediante tubi flessibili del tipo di quelli usati per i radiatori delle automobili. I collegamenti che portano la tensione di accensione ai filamenti sono schermati mediante una calza di rame, collegata a massa alle due estremità. Per schermare completamente lo spazio sotto il telaio, verrà usata una lastra di fondo che così assicura una completa schermatura del circuito di griglia rispetto al circuito anodico. I terminali di griglia schermo su ciascuno zoccolo sono collegati insieme mediante una striscia di rame, al centro della quale viene collegata la impedenza di blocco delle oscillazioni parassite.

farfalla meno costoso, come ad esempio quello prodotto dalla Barker e Williamson.

Costruzione dell'amplificatore Se si impiegano i tubi 4-250A oppure 4-125A il telaio potrà avere le dimensioni di cm $38 \times 43 \times 15$. Se invece si usano i tubi 4-1000A il telaio dovrà avere le dimensioni di cm $43 \times 48 \times 15$.

L'altezza del pannello dipende dalla altezza dei componenti montati sul piano superiore del telaio.

Il piano superiore della custodia deve risultare a sufficiente distanza dalla bobina di anodo. Tale distanza deve essere almeno uguale al diametro della bobina, per evitare il pericolo di una scarica fra bobina e piano superiore della custodia e per evitare che il Q della bobina venga abbassato per effetto della vicinanza con la lastra metallica del piano superiore della custodia.

La custodia dell'amplificatore verrà costruita con pezzi di angolare di alluminio ad L, di 12 mm di lato, ai quali vanno poi fissate le lastre forate di alluminio che completano la schermatura.

Inferiormente, il telaio verrà chiuso più ermeticamente possibile mediante una lastra di fondo eseguita in alluminio pieno (non forato).

I collegamenti del circuito anodico dell'amplificatore verranno eseguiti con striscia di rame argentata, alta 12 mm. Quando il livello di potenza sviluppata dall'amplificatore è molto alto (superiore ad 1 kW), le connessioni di questi collegamenti dovranno essere eseguite mediante viti oppure mediante saldature ad argento.

Tutti i collegamenti del circuito di griglia verranno eseguiti mediante filo di rame nudo di 2,5 mm di diametro, mentre tutti i collegamenti a tensione continua e i collegamenti a frequenza di rete

verranno eseguiti sotto treccia schermante. La treccia verrà poi saldata a massa alle due estremità del collegamento.

Per il collegamento fra presa coassiale di entrata dell'amplificatore e il primario di accoppiamento della bobina di griglia si userà un piccolo tratto di cavo coassiale RG-8/U.

La reattanza del secondario di accoppiamento della bobina di antenna viene accordata, e quindi annullata, mediante un condensatore variabile da 500 μμF, posto in serie al ritorno di massa del secondario stesso. Questo condensatore verrà regolato in modo da ottenere il massimo carico sull'amplificatore, con l'accoppiamento il più lasco possibile fra il secondario di accoppiamento di antenna e bobina di accordo anodico dell'amplificatore.

Funzionamento dell'amplificatore Si applicano all'amplificatore la eccitazione e la tensione di polarizzazione negativa di griglia e fra i due estremi del secondario di accoppiamento di uscita si inserisce una piccola lampada al neon.

Dopo aver accordato alla risonanza con il segnale di eccitazione i circuiti di griglia e anodico dell'amplificatore, si varia la posizione delle piastrine di neutralizzazione rispetto ai bulbi dei tubi, fino ad ottenere la condizione di minima reazione nell'amplificatore.

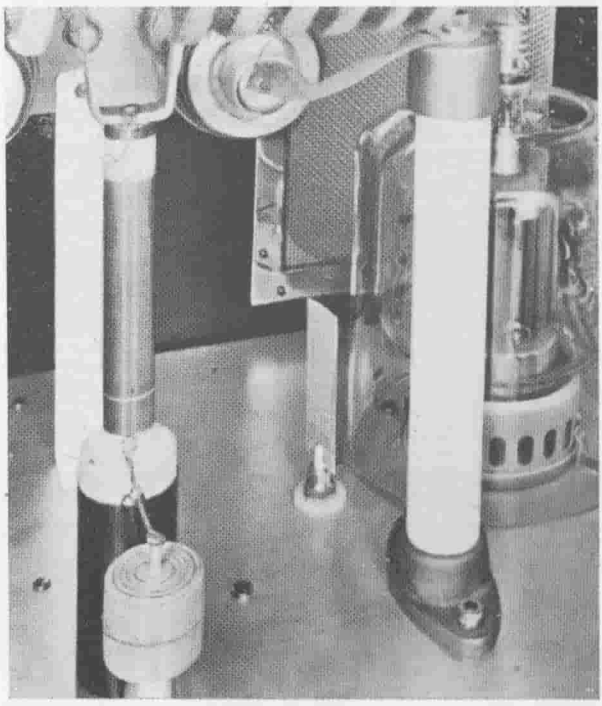


Figura 53.
PARTICOLARE DELL'IMPEDENZA ANODICA E DEL CONDENSATORE DI NEUTRALIZZAZIONE

Ogni condensatore di neutralizzazione è costituito da una piastrina di rame saldata ad un bastoncino, pur esso di rame, a sua volta fissato ad un isolatore a passante, bloccato sul telaio.

CAPITOLO QUINTO

Apparecchiature di bassa frequenza per modulazione d'ampiezza

La modulazione di ampiezza dell'uscita di un trasmettitore per radiotelefonia può essere eseguita in due modi: o sul circuito anodico dell'amplificatore finale a radiofrequenza — e in tal caso verrà definita come modulazione di ampiezza ad alto livello o più semplicemente modulazione anodica dello stadio finale — oppure può essere compiuta ad un livello più basso. La modulazione a basso livello si accompagna ad un rendimento del circuito anodico dello stadio finale dal 30 al 45 per cento, mentre il rendimento ottenibile con la modulazione di ampiezza ad alto livello è all'incirca il doppio, aggirandosi dal 60 all'80 per cento.

Valori intermedi di rendimento sono ottenibili usando un compromesso di modulazione ad alto e a basso livello; uno di tali compromessi consiste nella modulazione catodica dello stadio finale.

La modulazione di ampiezza ad alto livello è caratterizzata dal fatto che è necessaria una potenza ad audiofrequenza approssimativamente uguale alla metà della potenza impiegata per la alimentazione anodica dello stadio finale.

La modulazione a basso livello, come per esempio la modulazione sulla tensione di polarizzazione negativa di griglia dello stadio finale, richiede invece soltanto pochi watt di potenza ad audiofrequenza, per un trasmettitore di potenza media, e 10 o 15 W per un trasmettitore il cui stadio finale assorba un kilowatt di potenza di alimentazione anodica.

Per la modulazione catodica di uno stadio è normalmente necessaria una potenza ad audiofrequenza uguale al 20 per cento della potenza di alimentazione anodica assorbita dallo stadio stesso.

Una trattazione dettagliata dei vantaggi relativi ai vari sistemi atti ad eseguire la modulazione di ampiezza del segnale di uscita di un trasmettitore, è riportata nel

Capitolo VIII del « Radio Handbook ».

Si possono individuare due tendenze nel progetto di sistemi per ottenere la modulazione di ampiezza ad alto livello dello stadio finale dei trasmettitori per dilettanti. La prima consiste nell'uso di tetrodi come tubi di uscita dell'amplificatore di potenza ad audiofrequenza, usato come modulatore del trasmettitore. La seconda tendenza consiste nell'uso del « soppressore di bande laterali spurie negli stadi ad alto livello » cioè nel circuito ad alta tensione fra il secondario del trasformatore di modulazione e il circuito anodico dello stadio modulato.

5-1 Modulazione

Modulatori a tetrodo

Per quanto concerne l'impiego di tetrodi, i vantaggi che si ottengono con questi tubi hanno fatto sì che oggi siano pressochè di uso universale nei modulatori la cui potenza di uscita sia compresa fra 10 e 100 W. Tubi del tipo 6V6, 6L6, e 807 servono egregiamente per ottenere potenze di tale ordine.

Recentemente sono entrati in uso, per amplificatori ad audiofrequenza di maggiore potenza di uscita, altri tipi di tetrodi, quali il 4-65A, l'813, il 4-125A e il 4-250A.

I tetrodi a fascio offrono il vantaggio di una bassa potenza di pilotaggio (perfino una potenza quasi nulla in alcuni casi), in confronto alla discreta potenza di pilotaggio necessaria per i normali triodi di prestazioni equivalenti per quanto concerne la potenza di uscita.

Per contro i tetrodi a fascio necessitano, per il loro funzionamento, anche di tensioni di griglia schermo e di polarizzazione negativa di griglia, che dovranno essere fornite dall'alimentatore. Ciò rende conveniente in alcuni casi l'impiego di triodi a polarizzazione nulla, anche se a basso coefficiente di amplificazione (come per esempio il 304-TL) nella costruzione di modulatori di media ad alta potenza di uscita.

Assieme ai diversi tipi di modulatori che verranno descritti, verrà dato anche un elenco delle diverse combinazioni che si possono suggerire per ottenere modulatori delle più diverse potenze di uscita.

Aumento della percentuale efficace di modulazione

È noto che se un trasmettitore deve irradiare segnali modulati nei quali l'inviluppo di modulazione non subisca alcuna alterazione, è necessario che la percentuale efficace di modulazione venga tenuta ad un valore molto basso se non si vuole avere sovramodulazione in corrispondenza dei frequenti pic-

chi, di ampiezza molto elevata, che si riscontrano nella forma d'onda della voce.

In varie pubblicazioni sono stati suggeriti molti metodi atti ad aumentare la percentuale efficace di modulazione rispetto alla percentuale di picco di modulazione ed ora questi metodi sono divenuti familiari ai radiodilettanti.

I due sistemi migliori che possono essere suggeriti a tale scopo, consistono nel « Regolatore Automatico di modulazione » e nel « Compressore di Volume ». Entrambi tali sistemi hanno dato delusioni quando sono stati impiegati dai radiodilettanti e poichè tali sistemi sono usati in molte stazioni dilettantistiche, sarà utile dare qualche consiglio al fine di ottenerne il migliore funzionamento possibile. In ogni caso saranno però sempre necessarie molte prove e molti tentativi, nel senso di apportare alterazioni di vario tipo alla forma d'onda dei segnali ad audiofrequenza, sempre allo scopo di migliorare il rapporto fra modulazione media e di picco, prima di poter trovare il sistema che consenta di ottenere i migliori risultati. È stato provato che le più nocive conseguenze di una sovramodulazione, consistono nella radiazione di forti bande laterali spurie in corrispondenza dei picchi negativi di modulazione. In corrispondenza ai picchi positivi di modulazione, una sovramodulazione superiore al cento per cento non dà origine ad effetti indesiderabili sul segnale irradiato, a meno che non venga fortemente oltrepassata la zona di caratteristica lineare di modulazione dell'amplificatore finale.

Da quanto detto sopra, deriva che il problema si riduce a quello di costruire un complesso modulatore-amplificatore finale, tale che il taglio dei picchi negativi di modulazione (modulazione superiore al 100 per cento in senso negativo) non possa in alcun modo avere luogo, almeno per ragionevoli livelli di segnale di entrata ad audiofrequenza.

Asimmetria della voce

La forma d'onda dell'audiofrequenza corrispondente ad una normale voce maschile è caratterizzata, come si è detto avanti, da picchi di grande ampiezza e di breve durata. Ma è anche caratteristico di questa forma d'onda il fatto che tali picchi di grande ampiezza siano tutti posti in una unica direzione rispetto all'ampiezza media dell'onda.

Il metodo più semplice per ottenere un alto livello medio di modulazione senza taglio dei picchi negativi, consiste nell'assicurarsi che tali picchi di grande ampiezza siano sempre rivolti nella direzione positiva, sul secondario del trasformatore di modulazione. Que-

sto accorgimento può essere attuato al seguente modo: si accoppia un oscilloscopio a raggi catodici all'uscita del trasmettitore in maniera che siano visibili sul tubo l'onda portante e il suo inviluppo di modulazione. Si parli ora dinanzi al microfono e si osservi se i picchi appuntiti di modulazione sono diretti verso l'esterno della fascia visibile sull'oscilloscopio, oppure se questi picchi sono diretti verso il centro della fascia stessa, dando luogo a tracce centrali orizzontali assai luminose, che denotano l'esistenza del taglio dei picchi negativi di modulazione. È ovvio che, se la polarità del trasformatore di modulazione non è correttamente scelta, si dovrà invertirla, invertendo così la polarità del segnale di modulazione. Siccome quasi sempre si fa uso di un modulatore in controfase, la via più semplice per invertire la polarità del segnale è quella di invertire fra loro i collegamenti che vanno alle griglie dei tubi del modulatore o quelli che provengono dagli anodi.

Quando sarà stata ottenuta la corretta polarità del segnale di modulazione, seguendo la procedura che si è detta sopra, occorre che non venga più cambiato il microfono che è stato usato durante la messa a punto della polarità, dato che i diversi microfoni hanno polarità differenti fra loro e quindi, sostituendo il microfono, potrebbe essere necessario invertire la polarità del segnale di modulazione. È perciò necessario, ogni qualvolta si desidera cambiare tipo di microfono, ripetere la prova suddetta.

Taglio di segnali ad audiofrequenza agendo su stadi a basso livello

Il taglio dei segnali ad audiofrequenza effettuato su stadi a basso livello è teoricamente un metodo molto efficace per migliorare il rapporto fra ampiezza di modulazione media e di picco. Un tale sistema, usato unitamente ad un filtro per la gamma di frequenza della voce, può dare un notevole miglioramento nel valore efficace della percentuale di modulazione. Ma nei normali trasmettitori da radiodilettanti il suo funzionamento è tutt'altro che ideale: l'eccessiva variazione di fase fra lo stadio a basso livello in cui avviene il taglio e il circuito anodico dell'amplificatore finale del trasmettitore può provocare una profonda alterazione del segnale ad onda quadra uscente dal filtro di taglio. (Un tale segnale si ha quando è molto forte l'entità del taglio eseguito dal filtro). Il segnale ad onda quadra che esisteva sui terminali del filtro può divenire a forma di un doppio dente di sega quando, passando attraverso i vari stadi, avrà raggiunto il circuito anodico dell'amplificatore modu-

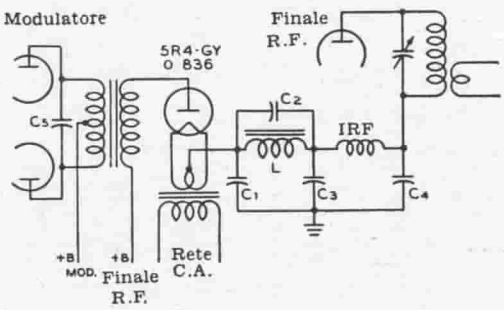


Figura 1.

SOPPRESSORE DI « BANDE LATERALI SPURIE » AD ALTO LIVELLO

Il diodo ad alto vuoto funziona come un limitatore in serie e ha il compito di sopprimere i picchi negativi di modulazione che nell'amplificatore a radiofrequenza modulato, risulterebbero tagliati quando l'ampiezza del picco negativo del segnale di modulazione è eccessiva. Inoltre il filtro passa-basso che è posto dopo il diodo, sopprime i transitori che verrebbero a crearsi in seguito all'azione di taglio dei picchi esercitata dal diodo. Infine il filtro attenua tutte le armoniche, generate nel sistema modulatore, la cui frequenza sia al disopra della frequenza di taglio del filtro. L'uso di un giusto valore per la capacità C_5, determinato sperimentalmente nel modo descritto nel Capitolo 8°, del Radio Handbook (Edizione CELI) derivata sul primario del trasformatore di modulazione provoca una ulteriore attenuazione delle armoniche ad alta frequenza del modulatore. I valori corretti per le capacità C_1, C_2, C_3 e C_4, per una ampia varietà di condizioni di lavoro, sono specificati nel paragrafo dedicato alle induttanze del soppressore di «spurie».

lato. Il risultato delle successive azioni esercitate dal dispositivo di taglio, dal filtro e dalle alterazioni di fase che avvengono nei vari stadi che seguono a quello a basso livello, sul quale è stato effettuato il taglio, porta ad un miglioramento nel valore efficace della percentuale di modulazione, ma non si ha alcuna sicurezza contro la sovramodulazione. Nel Capitolo VIII del Radio Handbook è riportata una estesa trattazione di queste considerazioni e sono state illustrate le forme d'onda che ne rendono più chiara la comprensione. Nello stesso Capitolo VIII sono riportati i circuiti relativi ai sistemi che possono essere raccomandati.

Soppressore di « spurie » (« splatter ») su stadi ad alto livello

Il solo metodo fino ad oggi praticabile per ottenere una efficace eliminazione del taglio dei picchi negativi, in un trasmettitore modulato in ampiezza sul circuito anodico dello stadio finale di potenza a radiofrequenza, è il cosidetto « soppressore di bande laterali spurie su stadi ad alto livello ».

Come chiaramente indica la Fig. 1, è solo necessario aggiungere un tubo rettificatore a vuoto spinto, uno zoccolo per il tubo stesso, un trasformatore per il filamento e un semplice filtro passabasso, ad un complesso costituito dal modulatore e dall'amplificatore finale a radiofrequenza, per ottenere la soppressione delle bande laterali spurie sullo stadio finale. Il tubo V_1 ha la funzione di un interruttore che disinserisce dall'alimentatore di alta tensione il circuito anodico dell'amplificatore finale, tutte le volte che il valore di picco della tensione alternativa esistente sul secondario del

trasformatore di modulazione diventa uguale in ampiezza, ma di segno opposto alla tensione continua applicata all'anodo dello stadio amplificatore finale. Un filtro passa-basso ad una sola sezione serve ad eliminare le componenti ad alta frequenza che prendono origine nel funzionamento del sistema di taglio.

Il tubo V_1 può essere un normale rettificatore da radioricevitori con filamento da 5 V per tutti i trasmettitori, fatta eccezione per quelli di più alta potenza.

Il tubo 5Y3-GT è idoneo per una corrente anodica dello stadio finale non superiore a 125 mA. mentre i tubi 5R4-GY e 5U4-G possono essere impiegati per correnti fino a 250 mA.

Per trasmettitori di alta potenza e con tubi funzionanti con alti valori di tensione anodica, il tubo più idoneo è il tipo 836 a vuoto spinto, normalmente usato per apparati trasmettitori. Questo tubo è equivalente come forma esteriore, accensione di filamento e erogazione di corrente media, al tubo 866-A. Però il tubo 836 è un rettificatore a vuoto spinto e impiega un doppio catodo di grandi dimensioni e a riscaldamento indiretto, che richiede un tempo di 40 secondi per il suo riscaldamento, durante il quale tempo non deve passare alcuna corrente attraverso il tubo. La corrente media che può passare nel tubo 836 è di 250 mA. Qualora l'amplificatore finale assorbisse una corrente maggiore, occorrerà montare due o più tubi raddrizzatori in derivazione fra loro.

Il trasformatore del filamento del tubo soppressore di « spurie » deve essere isolato per circa il doppio della tensione continua di alimentazione dell'anodo dello stadio modulato, per avere un adeguato coefficiente di sicurezza durante i picchi di modulazione. Per tale applicazione può venire impiegato un trasformatore per filamenti del tipo normalmente usato per l'accensione dei tubi rettificatori ad alta tensione.

5-2 Progetto dei preamplificatori e modulatori

In questo capitolo verranno esposti i più interessanti progetti di preamplificatori e amplificatori ad audiofrequenza e di modulatori. In altri capitoli, a proposito dei vari apparati, sono stati descritti altri progetti di amplificatori e modulatori. Quindi quelle persone che volessero progettare un amplificatore ad audiofrequenza o un modulatore che soddisfi le loro esigenze, possono riferirsi a detti capitoli e soprattutto al Capitolo V del Radio Handbook, che tratta gli amplificatori con tubi elettronici e nel

quale vi è un dettagliato esame dei diversi fattori concernenti il progetto di questi amplificatori, dei relativi materiali e nel quale sono riportati i dati concernenti le condizioni di lavoro consigliabili per gli amplificatori di tensione e di potenza.

Modulatore con tubi di potenza a fascio da 10 a 120 W

È difficile che possano essere superate le prestazioni che i tubi di potenza a fascio possono fornire nella realizzazione di amplificatori e modulatori aventi livelli di potenza di uscita compresi fra 10 W e 120 W.

Una coppia di tubi di questo tipo, ad esempio di tubi 6L6, funzionanti in uno stadio modulatore, oltre a presentare un buon rendimento anodico, richiede una piccolissima potenza di pilotaggio e non costituisce alcun problema per quanto concerne la polarizzazione negativa di griglia.

Descrizione del circuito

Nel telaio del modulatore illustrato delle Figure 2 e 3 sono montati anche il preamplificatore per il microfono, lo stadio pilota e lo stadio finale con il relativo trasformatore di modulazione, oltre ad un milliamperometro per la misura della corrente anodica. Invece l'alimentatore è separato. Il primo stadio con tubo 6SJ7 a pentodo è accoppiato, mediante un potenziometro regolatore di volume, alla griglia del tubo 6J5 invertitore di fase.

Le uscite di questo tubo sono accoppiate capacitivamente alle griglie del tubo 6SN7-GT che funziona come stadio pilota in controfase per i tubi di uscita.

L'accoppiamento fra stadio pi-

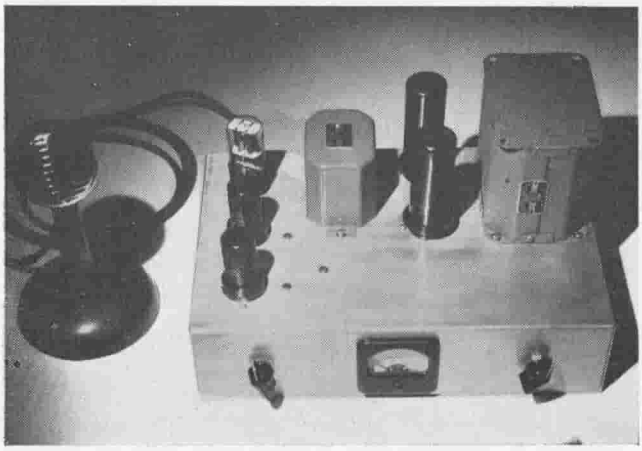


Figura 2.
IL MODULATORE CON TUBI 6L6 VISTO DALL'ALTO

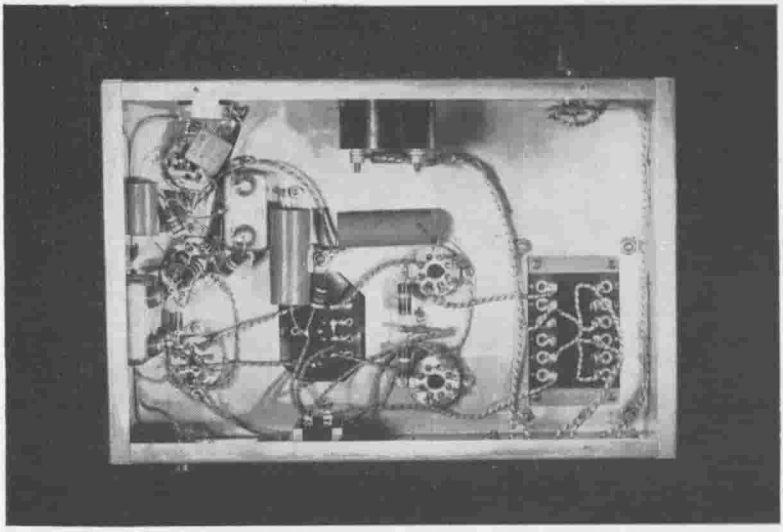


Figura 3.
IL TELAIO DEL MODULATORE CON TUBI 6L6 VISTO DAL BASSO
Per fornire la tensione di accensione dei filamenti e la tensione anodica al preamplificatore, si è usata una presa a 4 contatti, mentre una piastrina isolante con sei terminali serve per i collegamenti ad alta tensione con il trasmettitore e per il commutatore di comando del trasmettitore stesso.

lota e griglie dei tubi di uscita è eseguito mediante un trasformatore, sicchè lo stadio di uscita può indifferentemente lavorare come amplificatore in Classe AB_1 oppure come amplificatore in Classe AB_2.

Lo stadio di uscita

Nello stadio di uscita del modulatore possono essere impiegati indifferentemente tubi 6L6, 6L6G o 807.

Qualora al modulatore fosse richiesta una potenza minore, tali tubi potranno essere sostituiti dai tubi 6L6GT o 6F6G.

Il tubo 807 è la versione trasmittente del tubo 6L6, e corrisponde a quest'ultimo tanto come dissipazione che come condizioni di lavoro. Però quando il tubo 807 è impiegato in servizio intermittente, può venire sottoposto a dissipazioni maggiori rispetto al tubo 6L6.

I tubi 6L6 e 807 possono essere acquistati presso a poco allo stesso prezzo ma, essendo il tubo 807 particolarmente adatto ai trasmettitori, non sarà facile trovarlo presso i negozi di vendita dei normali tubi riceventi. Invece, se i prezzi di acquisto dei tubi 6L6 e 807 dovessero essere molto differenti, potranno essere impiegati i tubi 6L6, che certamente costano meno, negli amplificatori nei quali la tensione di alimentazione anodica non oltrepassa i 360-400 V mentre si riserveranno i tubi 807 per gli amplificatori con tensione anodica fino a 750 V.

Nella Fig. 5 è riportata una tabella contenente le condizioni di lavoro consigliabili per i differenti

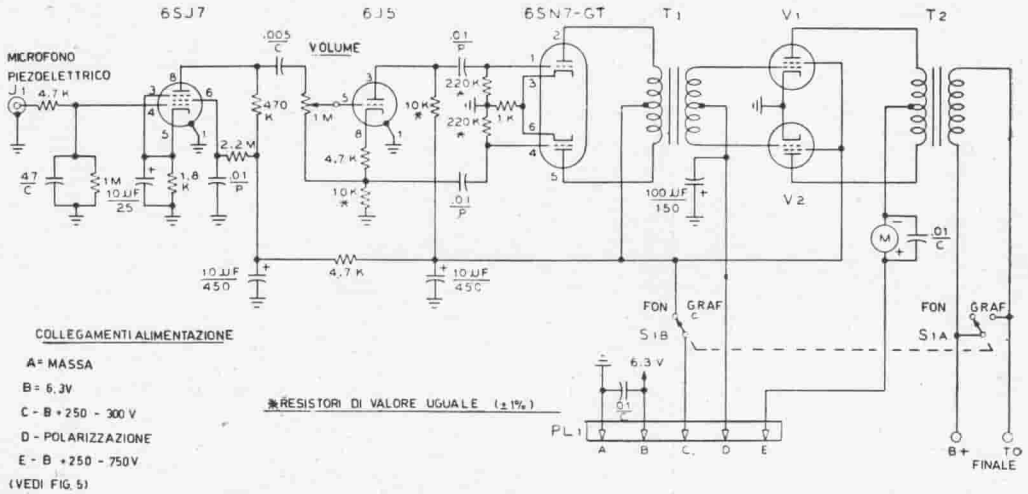


Figura 4.
SCHEMA ELETTRICO DEL MODULATORE CON TUBI DI POTENZA A FASCIO

M - Milliamperometro a corrente continua da 250 mA fondo-scala.

T_1 - Trasformatore pilota (Stancor A - 4701 oppure UTC S - 10).

T_2 - Trasformatore di modulazione a impedenze multiple (Per potenze di 60 W - Stancor A 3893 oppure UTC S - 20). (Per potenzte di 125 W - Stancor A - 3894).

Figura 5.
CONDIZIONI DI LAVORO CONSIGLIATE PER I VARI TIPI DI TUBI USATI NEL CIRCUITO DEL MODULATORE DI FIG. 4

Tubi V_1, V_2	Classe	Tens. anodica (E)	Tens. di schermo (C)	Polarizz. di griglia (D)	Carico da anodo ad anodo	Corrente anodica (mA)	Potenza di uscita (W)
6V6GT	AB1	250	250	—15	10,000	70-80	10
6V6GT	AB1	285	285	—19	8,000	70-95	15
6L6	AB2	360	270	—23	6,600	85-135	27
6L6	AB1	360	270	—23	3,800	35-140	47
807	AB1	600	300	—34	10,000	85-205	56
807	AB2	750	300	—35	12,000	30-140	75
807	AB2	750	300	—35	7,300	30-240	120

tipi di tubi da impiegare nello stadio di potenza del modulatore. Per alcune delle condizioni di lavoro elencate i tubi vengono fatti funzionare in classe AB_1, cioè con corrente anodica che aumenta al crescere del segnale di entrata, ma senza alcuna corrente di griglia.

Le altre condizioni di lavoro, definite come Classe AB_2, sono caratterizzate dal fatto che la corrente anodica cresce al crescere del segnale di entrata, ma si ha circolazione di corrente di griglia solo in corrispondenza ai picchi del segnale di pilotaggio.

Ambedue i tipi di funzionamento danno risultati soddisfacenti negli apparati di radio comunicazione.

5-3 Modulatori in classe B di uso generale

I modulatori ad alto livello in classe B con potenze di uscita comprese fra 125 e 400 W fanno normalmente uso di triodi di tipo molto recente, quali i tipi 809, 811, 805, 8005 o 810 funzionanti con tensioni anodiche comprese fra 750 e 2000 V.

Le Figg. 6, 7 e 8 illustrano una unità modulatrice progettata per funzionare in tale gamma di potenze.

La Fig. 8 elenca un gruppo di condizioni di lavoro consigliabili per i tubi di cui sopra.

Le dimensioni del trasformatore di modulazione dovranno naturalmente essere adeguate alla potenza ad audiofrequenza sviluppata dal modulatore.

Nel caso di modulatore da 500 W (Figg. 9 e 10), date le dimensioni e il peso dei componenti in esso impiegati, è necessario montare il preamplificatore su un telaio separato.

Per livelli di potenza non superiori a 300 W è possibile montare tutto il sistema ad audiofrequenza, completo, in un unico telaio.

Descrizione del circuito del modulatore di uso generale

L'unità modulatrice illustrata dalla Fig. 6 è completa, fatta eccezione dello alimentatore ad alta tensione per la tensione anodica dei tubi modulatori.

Nel telaio sono contenuti un preamplificatore per microfono piezoelettrico e uno stadio pilota, assieme al loro alimentatore.

Un tubo 6SJ7 funziona da stadio preamplificatore ad alta am-

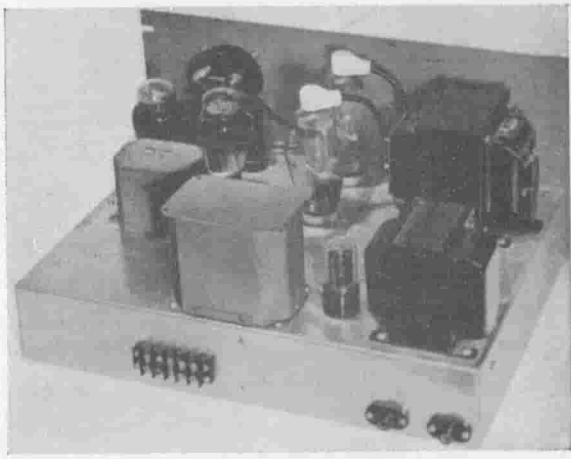


Figura 6.
VISTA POSTERIORE DEL MODULATORE DI USO GENERALE

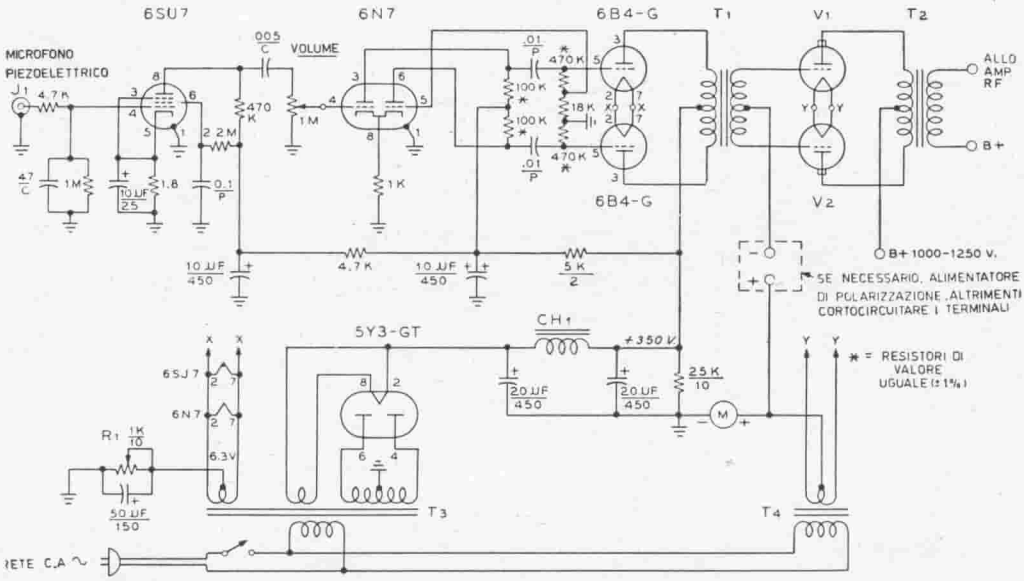


Figura 7.

SCHEMA ELETTRICO DEL MODULATORE DI USO GENERALE

M - Milliamperometro a corrente continua, da 500 mA fondo-scala.

T_1 - Trasformatore pilota (Stancor A - 4761).

T_2 - Trasformatore di modulazione a impedenze multiple da 300 W (Stancor A - 3898), da 500 W (Stancor A - 3899).

T_3 - Trasformatore di alimentazione.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondario:
6,3 V - 8 A (per tubi 811 - A).
10 V - 10 A (per tubi 810).

CH_1 - Impedenza filtro 14 H - 100 mA.

R_1 - Resistore a filo a cursore da 1 kΩ - 10 W (da regolare in modo che in assenza di segnale la corrente anodica dei tubi 6B4G risulti di 30 mA. Il valore sarà di circa 375 Ω).

V_1 - V_2 - Vedi Fig. 8.

plificazione, accoppiato a resistenza-capacità con uno stadio con tubo 6N7 invertitore di fase. Il livello ad audiofrequenza è regolato mediante un potenziometro, posto nel circuito di griglia dello stadio 6N7.

Lo stadio pilota per lo stadio in controfase in Classe B impiega due triodi tipo 6B4-G a basso µ. Questi due tubi 6B4 sono accoppiati alle griglie dei tubi del modulatore mediante un normale trasformatore di accoppiamento, del tipo comunemente destinato per accoppiamento fra stadi di tipo diverso.

Nello stadio pilota è impiegata l'autopolarizzazione catodica.

La potenza che può essere sviluppata dallo stadio pilota è di 12 W e questa potenza viene inviata a pilotare il circuito di griglia del modulatore.

Figura 8.
CONDIZIONI DI LAVORO CONSIGLIABILI PER I VARI TUBI DEL MODULATORE DI USO GENERALE

Tubi V_1, V_2	Tensione anodica	Polarizz. di griglia (V)	Corrente anodica (mA)	Carico da anodo ad anodo (Ω)	Pot. di uscita segnale sinus. (W)
809	700	0	70-250	6,200	120
811-A	750	0	30-350	5,100	175
811-A	1000	0	45-350	7,400	245
811-A	1250	0	50-350	9,200	310
811-A	1500	—4,5	32-315	12,400	340
805	1250	0	148-400	6,700	300
805	1500	—16	84-400	8,200	370
810	2000	—50	60-420	12,000	450
810	2500	—75	50-420	17,500	500
8005	1500	—65	40-330	9,800	330

Il modulatore illustrato dalle Figg. 9 e 10 è progettato per l'impiego di triodi di tipo 810 in controfase in classe B, con tensione di alimentazione anodica di 2500 V. La massima potenza ad audiofrequenza sviluppabile da questi tubi alle condizioni di lavoro suddette è di 500 W, sufficiente a modulare con profondità del 100% uno stadio finale a radiofrequenza che assorba fino ad 1 kW di potenza di alimentazione anodica.

Il modulatore può essere pilotato da un semplice preamplifica-

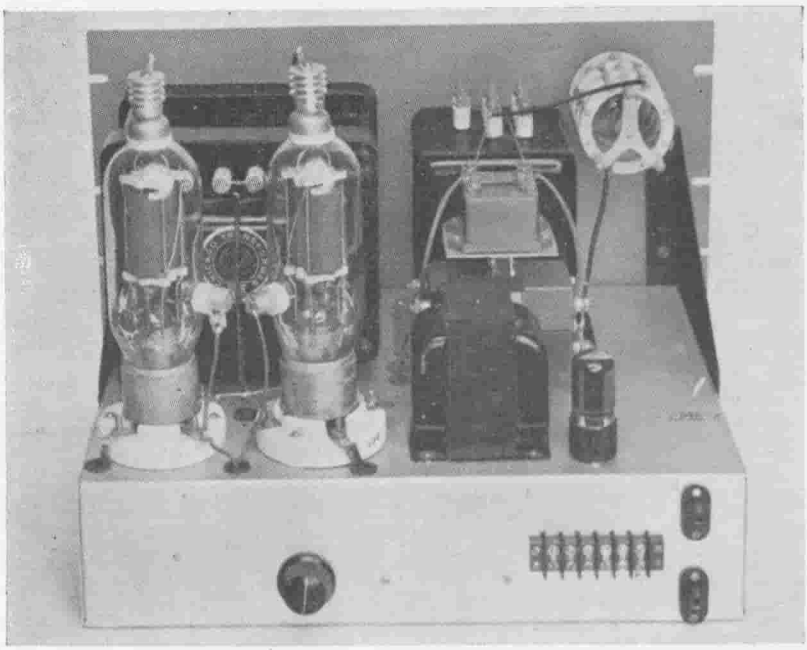


Figura 9.
IL MODULATORE DA 500 W CON TUBI 810 IN CLASSE B VISTO DA DIETRO
Il regolatore di polarizzazione è posto immediatamente sotto i tubi 810. A destra di essi vi è l'alimentatore per la tensione negativa di griglia.

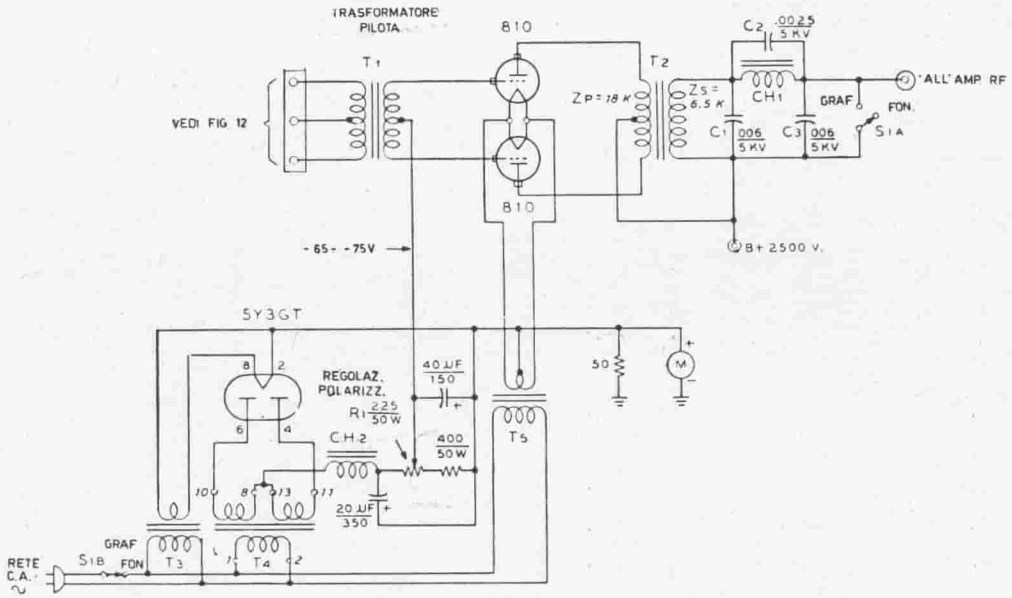


Figura 10.

SCHEMA ELETTRICO DEL MODULATORE A TRIODI DA 500 W CON ALIMENTATORE DI POLARIZZAZIONE

T_1 - Trasformatore pilota da 15 W (Stancor A - 4761).
T_2 - Trasformatore di modulazione da 500 W (Chicago Transformer Co. CMS-3).
T_3 - Trasformatore di alimentazione del filamento tubo rettificatore.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondario 5 V - 3 A.
T_4 - Trasformatore di polarizzazione.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondario 100 + 100 V con prese intermedie a presa centrale.
T_5 - Trasformatore di alimentazione dei filamenti.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondario 10 V - 10 A.
CH_1 - Impedenza da 500 mA per filtro antispurie. (Chicago Transformer Co SR - 500).
CH_2 - Impedenza filtro 7 H - 150 mA.
M - Milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.
S_1A - B - Commutatore ad alta tensione.

tore come quello di Fig. 12 oppure da un amplificatore munito di circuito di taglio, come quello di Fig. 15.

Il telaio del modulatore contiene un piccolo alimentatore a bassa impendenza, che è in grado di sviluppare una tensione di polarizzazione di — 75 V, sufficientemente costante anche con forti variazioni di carico, quali sono quelle che si riscontrano nei circuiti di griglia dei modulatori in Classe B.

Dopo lo stadio modulatore è inserito un circuito filtro passa-basso ad audiofrequenza, il quale ha lo scopo di ridurre il livello di armoniche generato nel sistema ad audiofrequenza e che, senza di

esso, darebbe luogo al formarsi di bande laterali spurie nel segnale trasmesso.

Mediante il semplice filtro a π illustrato in Fig. 10 le frequenze superiori a 3500 Hz vengono attenuate di oltre 15 db.

Per funzionare in grafia occorre cortocircuitare il secondario del trasformatore di uscita del modulatore e disattivare i circuiti di accensione e di polarizzazione negativa di griglia del modulatore.

Il commutatore S_1A dovrà avere un isolamento per 10.000 V. Un tale commutatore può essere ricavato dal circuito di carico di antenna dell'apparato BC-306 A residuato bellico. In Fig. 9 è visibile il commutatore S_1A prelevato appunto da un apparato BC-306A.

Tutti i collegamenti a bassa tensione del modulatore faranno capo ad una piastrina in bakelite con 6 terminali posta sul piano interno del telaio.

Nel circuito di filamento dei tubi 810 è inserito un milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo scala. Questo milliamperometro è posto in derivazione su un resistore da 50 Ω — 1 W in modo che, quando lo strumento viene disinserito, non si interrompa il ritorno a massa del filamento.

Il trasformatore T_2 di modulazione è progettato per una impedenza, da anodo ad anodo di 12 kΩ oppure di 18.000 Ω, con un

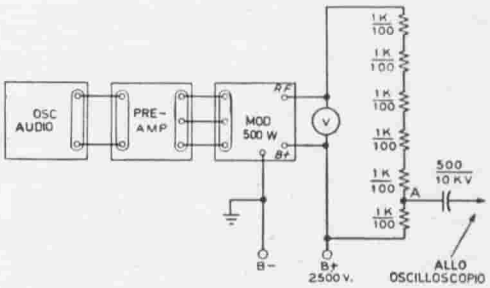


Figura 11.

DISPOSITIVO STRUMENTALE PER LE PROVE SUL MODULATORE DA 500 W

carico di 6250 Ω inserito sul secondario.

I tubi 810 richiedono una impedenza di carico da anodo ad anodo di 18.000 Ω quando gli anodi vengono fatti lavorare a 2500 V e di 12.000 Ω quando invece la tensione anodica è di 2000 V oppure di 2250 V.

Costruzione del modulatore

Dato il forte peso dei componenti del modulatore, sarà meglio impiegare un robusto telaio di ferro. Si impiegherà perciò un telaio da 33×43 ×10 cm., unito ad un pannello normalizzato, pur esso in ferro, alto 356 mm. Il telaio verrà reso solidale col pannello mediante due robusti squadretti.

Come si vede dalla Fig. 9, il trasformatore di modulazione è montato sulla parte anteriore destra del telaio, guardando questo dal pannello frontale.

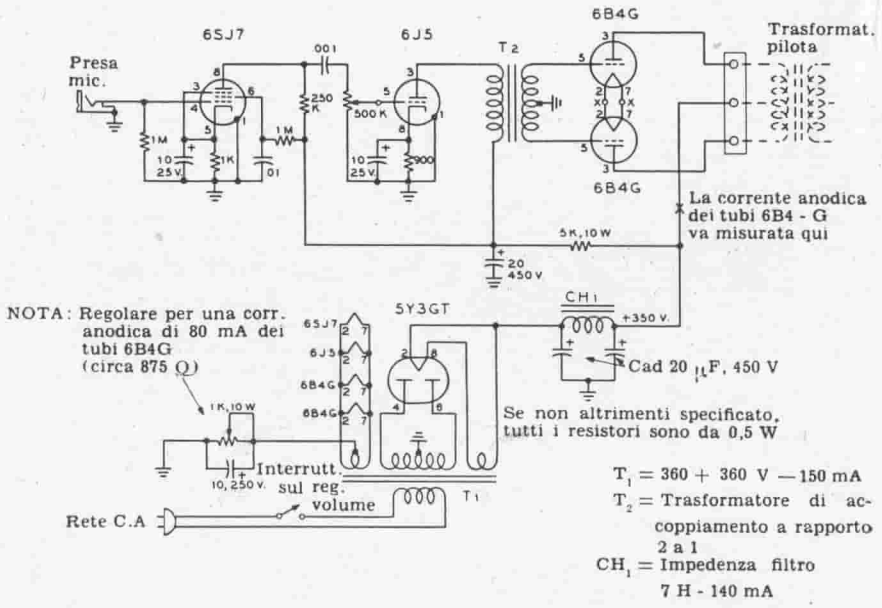


Figura 12.

SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE DA 10 W

I terminali del secondario di T_2 rivolti verso il pannello anteriore, distano dal pannello anteriore per circa 12 mm. A destra di T_2 è visibile, nella Fig. 9, l'impedenza CH_1 di filtro ad audiofrequenza ad alto livello.

I due tubi 810 sono visibili davanti al trasformatore di modulazione T_2. A destra di tali tubi è visibile il trasformatore T_5 che alimenta i filamenti dei tubi 810. Esso eroga una tensione di 10 V. A destra di T_5 è visibile il tubo 5Y3 rettificatore per la tensione negativa di griglia.

Fra T_5 e CH_1 vi sono montati i condensatori a mica di fuga, che fanno parte del circuito filtro passa-basso ad alto livello. I condensatori C_1 e C_3 saranno costituiti ciascuno da due condensatori da 3000 μμF — 5000 V a mica, posti in parallelo.

Il condensatore C_2 è anch'esso costituito da due condensatori a mica in parallelo uno da 1000 μμF e l'altro da 1500 μμF.

Tutti questi condensatori saranno montati su colonnine isolanti che li isolano dal telaio metallico. Così facendo si evita che avvengano scariche che perforino l'isolante esterno dei condensatori. Tali scariche potrebbero avvenire qualora i condensatori stessi venisse-

ro direttamente fissati sul telaio metallico.

I componenti dell'alimentatore che fornisce la tensione di polarizzazione negativa di griglia, il trasformatore di entrata alle griglie dei tubi 810 in controfase e i componenti del filtro passa-basso a basso livello sono montati sul piano interno del telaio, che è alto 10 cm. La posizione di tutti questi componenti non è affatto critica.

Il potenziametro R_2 che regola la tensione di polarizzazione negativa di griglia è montato sulla parete posteriore del telaio, sulla quale parete vi sono anche i due terminali ad alta tensione. A questi terminali fanno capo i due collegamenti ad alta tensione del modulatore e precisamente quello che porta al modulatore la tensione di alimentazione anodica dei tubi 810 e quello che porta allo stadio amplificatore a radiofrequenza la tensione di alimentazione anodica, modulata dal modulatore.

I collegamenti che partono dai terminali ad alta tensione e quelli concernenti il circuito anodico dei tubi 810 verranno eseguiti con cavo ad alto isolamento, del tipo per televisione.

Messa a punto del modulatore

Dopo aver eseguiti tutti i collegamenti e dopo averli controllati, sarà necessario eseguire alcune misure prima di inserire il modulatore sullo amplificatore finale a radiofrequenza.

Nella Fig. 11 è riportato lo schema a blocchi dell'apparecchiatura di misura che si deve adoperare.

Le masse del preamplificatore e del modulatore verranno collegate fra loro.

Si collegano in serie sei resistori da 1000 Ω - 100 W e il resistore da 6000 Ω - 600 W che così si ottiene lo si inserisce fra i terminali ad alta tensione di uscita del modulatore. Si realizza così il carico sul modulatore.

Dopo aver inseriti nei loro zoccoli i tubi 810, si pone il commutatore S_1 nella posizione « Fonia ». Si accendono i filamenti dei tubi 810 mentre con la sezione S_1A del commutatore si elimina il cortocircuito del secondario del trasformatore T_2 di modulazione.

Si regola il potenziometro R_1 del circuito di polarizzazione negativa di griglia in modo che fra la griglia controllo di ciascuno dei tubi 810 e massa esista una tensione di — 75 V, misurata con un voltmetro ad alta resistenza.

Se si ha a disposizione un oscilloscopio, lo si collegherà fra il punto indicato con « A » sulla serie dei resistori di carico del modulatore e massa. Questo collegamento dovrà essere effettuato tramite un condensatore ceramico da 500 μμF - 10000 V, del tipo di quelli impiegati per livellare l'alta ten-

sione dei televisori. La massa dell'oscilloscopio verrà collegata alla massa del telaio del modulatore.

Si applica ora al modulatore la tensione di alimentazione anodica di 2500 V e si regola il potenziometro R_1 in modo che il milliamperometro da 500 mA, che misura la corrente catodica del modulatore, segni una corrente di 50 mA, che è la corrente di riposo (in assenza di segnale) dei due tubi 810 in controfase in Classe B.

Durante queste regolazioni bisogna essere estremamente cauti dato il pericolo mortale costituito dall'alto valore della tensione di alimentazione anodica.

Non si deve assolutamente toccare il modulatore quando l'alimentatore che fornisce la tensione anodica è acceso. Accertatevi della bontà del condensatore ceramico di accoppiamento fra l'oscilloscopio e il punto A della serie di resistori di carico del modulatore, dato che tali resistori sono sottoposti ad una alta tensione verso massa.

Se si ha a disposizione un voltmetro per tensione alternata che abbia una portata di 2000 V, questo dovrà essere collegato direttamente sui resistori di carico del modulatore. Siccome questo voltmetro sarà sottoposto ad una alta tensione continua verso massa, esso non dovrà essere del tipo elettronico, poichè in questo caso avverrebbe la scarica del suo trasformatore di alimentazione, data l'alta tensione che viene ad esistere fra primario e secondario. Questo strumento non dovrà essere assolutamente toccato quando lo alimentatore ad alta tensione è in funzione.

Si collegherà un oscillatore ad audiofrequenza al circuito di entrata ad audiofrequenza del trasmettitore-eccitatore e si aumenterà il segnale di pilotaggio fornito al modulatore di forte potenza fino a che sul voltmetro inserito sui resistori di carico di tale modulatore non si legga una tensione efficace eguale a 0,7 volte della tensione anodica applicata ai modulatore.

Se la tensione anodica del modulatore è di 2500 V, il voltmetro a corrente alternata posto sulla uscita di questo dovrà indicare 1750 V di tensione efficace ad audiofrequenza applicata ai resistori di carico, la cui resistenza totale è di 6000 Ω. Ciò equivale ad una potenza di uscita sviluppata dal modulatore, di 500 W.

Se l'impedenza di carico da anodo ad anodo del modulatore è di 18.000 Ω, quando il modulatore sviluppa questa potenza di uscita, la corrente catodica deve risultare di 350 mA. Questa corrente verrà indicata dal milliamperometro inserito nel circuito di ritorno a massa dei filamenti.

Ora si effettuerà l'osservazione della forma d'onda che si ha alla

uscita della modulazione e a questo scopo ci si servirà dell'oscilloscopio inserito fra massa e il punto « A » della serie di resistori, tramite il condensatore da 500 μμF — 10.000 V.

Quando si porta ad oltre 3500 Hz la frequenza generata dall'oscillatore ad audiofrequenza, il livello di uscita del modulatore, misurato mediante un voltmetro per tensioni alternate, deve diminuire rapidamente. Se ciò avviene, significa che il filtro passa-basso ad audiofrequenza funziona correttamente.

Nella modulazione con voce, e senza alcun taglio ad essa apportato, lo strumento del modulatore deve misurare da 150 a 200 mA quando, con una tensione anodica di 2500 V, si ottiene il 100% di modulazione.

Quando alla modulazione con voce viene apportato un modesto taglio dei picchi, il milliamperometro che misura la corrente anodica indicherà circa 300 mA per il 100% di modulazione.

5-4 Amplificatore pilota da 10 W

Nella Fig. 12 è illustrato un semplice amplificatore, che può anche servire come pilota per un modulatore in Classe B di media potenza. L'amplificatore è progettato in modo da poter inserire, alla sua entrata, un microfono piezo-elettrico.

Il primo stadio utilizza un tubo 6SJ7. Il regolatore di volume è posto fra il circuito anodico del tubo preamplificatore 6SJ7 e il circuito di griglia di un tubo 6J5 funzionante da secondo stadio amplificatore.

I tubi di uscita di questo amplificatore sono due 6B4-G, triodi a medio fattore di amplificazione, funzionanti in controfase. Essi sono autopolarizzati mediante un resistore posto fra la presa centrale del secondario di accensione di filamento del trasformatore di alimentazione e la massa.

I due tubi 6B4-G, nelle condizioni di lavoro alle quali funzionano in questo amplificatore, possono sviluppare una potenza di uscita di circa 10 W con distorsione trascurabile.

Una tale potenza è sufficiente a pilotare quasi tutti gli stadi modulatori in Classe B, la cui potenza di uscita non sia superiore a 400 W.

Nel circuito della Fig. 12 non è riportato il trasformatore di uscita del controfase di tubi 6B4-G e che accoppia perciò gli anodi di questi tubi alle griglie dei tubi amplificatori in classe B di media potenza. Ciò perchè si è preferito, in tutti gli schemi riguardanti questi amplificatori finali di media potenza, includere il trasformatore di entrata. Pertanto tale

trasformatore è stato considerato come appartenente agli amplificatori di media potenza piuttosto che all'amplificatore per microfono.

I costruttori di trasformatori ad audiofrequenza hanno normalmente nei loro cataloghi un elenco dei vari trasformatori con i relativi rapporti di trasformazione. Sarà quindi agevole acquistare da essi il trasformatore di accoppiamento fra controfase di tubi 6B4-G in classe AB e griglie dello stadio in Classe B prescelto.

Siccome il trasformatore di uscita dall'amplificatore della Fig. 12 viene posto normalmente sul telaio dell'amplificatore finale di potenza in Classe B, accorrerà fare piuttosto lunghi i collegamenti fra gli anodi dei tubi 6B4-G e il relativo trasformatore di uscita, dato che essi debbono andare da un complesso ad un altro. Per tali collegamenti si impiegherà un cavo schermato a tre conduttori e si cercherà di evitare che la lunghezza di tale cavo oltrepassi i 10 metri.

Questo cemplice amplificatore-pilota può essere impiegato per pilotare uno qualsiasi dei modulatori indicati nella Fig. 8.

5-5 Modulatore da 500 W con tubi 304 TL

Di solito, ben pochi radiodilettanti sono disposti a progettare gli stadi ad alto livello dei loro trasmettitori per l'impiego dei tubi 304TL. Questa riluttanza deriva dall'alto prezzo di tali tubi e dal fatto che le prestazioni che questi possono dare oltrepassano i limiti consentiti dalle disposizioni vigenti per le stazioni dilettantistiche.

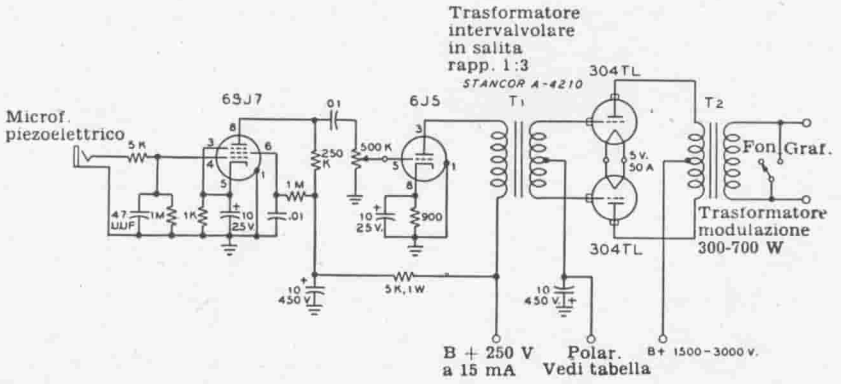


Figura 13.

MODULATORE CON TUBI 304 TL IN CONTROFASE IN CLASSE AB_1

Però i tubi 304TL hanno ottime caratteristiche sia per la loro altissima transconduttanza e sia per la loro alta sensibilità di potenza. Inoltre, siccome questi tubi si trovano molto facilmente nel mercato dei residuati e quindi possono essere acquistati a condizioni vantaggiose, può essere utile considerarne l'impiego in trasmettitori dilettantistici di forte potenza.

I tubi 304-TL si prestano molto bene ad essere usati come tubi modulatori per stazioni dilettantistiche. Infatti, avendo essi un fattore di amplificazione relativamente basso, si prestano ad essere utilizzati come modulatori Heising a triodi in Classe A. Con essi diviene agevole modulare un trasmettitore di media potenza, alimentato ad una tensione anodica di 1500 o 2000 V.

Nella Fig. 14 sono riportate le caratteristiche di impiego del tubo 304-TL come amplificatore in Classe AB_1.

Una caratteristica importante di tali tubi impiegati in Classe AB_1 è che essi non richiedono alcuna potenza di pilotaggio di griglia. Ossia per il loro funzionamento è necessario soltanto che venga applicata una tensione di eccitazione alle griglie, ma queste non assorbono alcuna corrente.

La tensione di eccitazione di griglia per due tubi 304-TL funzionanti in Classe AB_1 può essere agevolmente fornita da un piccolo triodo tipo 6J5, ciò che consente di eliminare il normale stadio pilota di forte potenza, che occorre invece per pilotare modulatori impieganti altri tipi di tubi.

Figura 14.

Condiz. lavoro 304 TL in Classe AB_1 (nessuna potenza eccitaz. necessaria)

tensione anodica	1500	2000	2500	3000
polarizz. griglia*	—118	—170	—230	—290
corrente anodica senza segnale mA	270	200	160	130
corrente anodica segnale massimo mA**	572	546	483	444
carico da anodo a anodo	2540	5300	8500	12000
picco tensione griglia A.F. (per tubo)	118	170	230	290
potenza uscita massima (W)	256	490	610	730

* Regolare in modo da avere la corrente anodica stabilita per segnale nullo.

** I valori si riferiscono a modulazione sinusoidale. In fonia la corrente massima sarà circa due terzi del valore per onda sinusoidale.

Nella Fig. 13 è riportato lo schema elettrico di un modulatore impiegante due tubi 304-TL in Classe AB_1 che, con uno stadio pilota costituito da un tubo 6J5, può sviluppare una potenza di uscita ad audiofrequenza di 500 W.

I filamenti dei due tubi possono indifferentemente essere collegati in serie o in parallelo. Nel primo caso essi richiedono, a 10 V, una corrente di 25 A e nel secondo caso

a 5 V la corrente assorbita è di 50 A.

Quando il trasmettitore è in attesa, ossia quando si riceve, può essere utile economizzare l'energia assorbita per l'accensione dei filamenti, per cui questi possono venire spenti oppure possono venire alimentati a tensione ridotta. Per fare ciò si potrà eseguire una commutazione al primario del trasformatore di accensione in modo da ridurre la tensione sviluppata sul secondario, salvo poi a ripristinarla interamente al momento in cui si deve trasmettere.

L'amplificazione fornita dal modulatore di Fig. 13 è tale che esso darà la piena potenza di uscita quando alla sua entrata viene posto un microfono piezoelettrico di tipo economico.

Il commutatore per il passaggio da fonia a grafia eseguirà una doppia funzione: esso deve mettere in cortocircuito il secondario del trasformatore di modulazione e deve interrompere il circuito di accensione dei filamenti dei tubi 304-TL del modulatore.

5-6 Amplificatore - limitatore da 15 W

La tecnica più recente suggerisce di usare, negli stadi a basso livello, un circuito di taglio seguito da un filtro passa-basso e nello stadio di forte potenza solo un filtro passa-basso. Un sistema di modulazione di questo tipo darà luogo ad una modulazione gradevole e normale, pur evitando gli inconvenienti della formazione di bande laterali spurie.

Il preamplificatore che descriviamo in questo paragrafo usa appunto un circuito di taglio a basso livello, seguito da un filtro passa-basso ed è particolarmente adatto per pilotare una coppia di tubi 810 funzionanti in controfase in Classe B, come quelli impiegati nel modulatore descritto nel paragrafo 5-3.

Descrizione del circuito

Nella Fig. 15 è riportato lo schema elettrico dell'amplificatore limitatore da 15 W. Su questo amplificatore sono usati in tutto sei tubi, compreso il tubo rettificatore.

In condizione di forte taglio effettuato sui picchi del segnale, la potenza ad audiofrequenza fornita da questo amplificatore è di 15 W.

Come stadio preamplificatore per microfono è fatto uso di un doppio triodo tipo 12AX7, la cui uscita sarà dell'ordine di 20 V efficaci, quando all'ingresso di tale stadio si fa uso di un microfono piezoelettrico.

La tensione di uscita da questo stadio viene inviata ad un tubo tipo 6AL5 che adempie la funzione di limitatore. Il livello di taglio

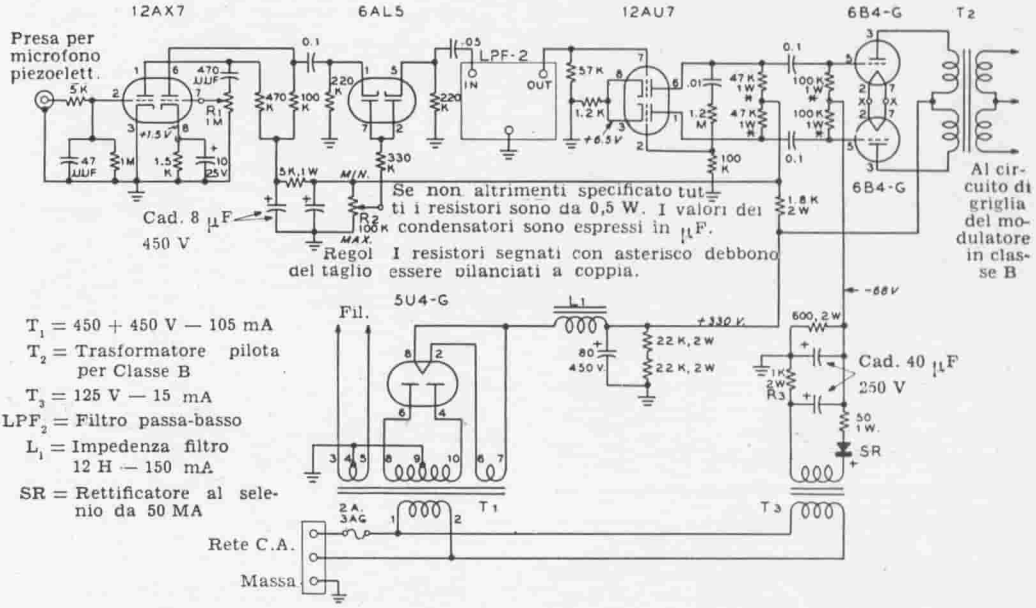


Figura 15.
SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE DA 15 W

del circuito limitatore può essere regolato fra 0 e 15 db mediante la regolazione del potenziometro R_2 che regola appunto il livello di taglio.

L'amplificazione dell'amplificatore da 15 W che stiamo descrivendo viene regolata con il potenziometro R_1 posto nel circuito di griglia del secondo triodo 12AX7.

Allo stadio limitatore con tubo 6AL5 vien fatto seguire un filtro passa-basso con frequenza di taglio a 3500 Hz, dal quale filtro, quando il circuito limitatore esercita la massima azione di taglio, esce una tensione di 5 V di picco.

All'uscita da questo filtro vi è uno stadio invertitore di fase con tubo 12AU7, il quale può sviluppare una tensione ad audiofrequenza fino a 125 V efficaci per le griglie dei tubi 6B4-G in controfase.

Questi tubi lavorano ad una tensione anodica di 330V ed hanno una tensione di polarizzazione negativa di griglia di — 68 V, sviluppata da un piccolo alimentatore con rettificatore al selenio.

Sul secondario del trasformatore di uscita per lo stadio in controfase in Classe B sono disponibili 15 W di potenza di eccitazione, con una distorsione inferiore

al 5 per cento, in assenza di taglio effettuato dal circuito limitatore.

L'alimentazione anodica dell'amplificatore è ottenuta con un tubo 5U4-G seguito da un filtro con ingresso induttivo. Con un circuito alimentatore di questo tipo si ha una tensione anodica eccezionalmente stabile al variare della corrente assorbita dall'amplificatore.

Costruzione dell'amplificatore L'amplificatore-limitatore può essere montato su un unico telaio, insieme al suo alimentatore, purchè si abbia cura di distanziare sufficientemente gli stadi a basso livello dell'amplificatore dal trasformatore di alimentazione e dalle impedenze filtro dell'alimentatore.

Tutti i condensatori e i resistori della parte ad audiofrequenza debbono essere montati quanto più vicino possibile ai piedini dei rispettivi zoccoli.

Per ottenere la minima captazione di ronzio, i collegamenti di alimentazione dei filamenti dei tubi a basso livello saranno eseguiti in cavetto schermato.

I resistori posti sui circuiti anodici del tubo 12AU7 e quelli dei circuiti di griglia dei tubi 6B4-G dovranno essere scelti in modo da determinare il migliore equilibrio possibile. Non è importante che essi abbiano il valore più esatto possibile, rispondente cioè a quello riportato nello schema elettrico di Fig. 15, ma occorre che i valori dei resistori di ciascuna coppia siano esattamente uguali.

Sarà perciò opportuno che, mediante un ohmetro, vengano selezionati a coppia i resistori.

Questi resistori verranno saldati ai terminali degli zoccoli dei tubi, facendo attenzione che la loro resistenza non venga alterata per effetto del calore emanato dal saldatore nell'eseguire le saldature. Si dovrà cercare di lasciare, fra corpo del resistore e terminale sul quale il reoforo del resistore va saldato, un'ansa piuttosto lunga che disperda il calore, che altrimenti andrebbe a riscaldare il corpo del resistore durante la saldatura.

Se si seguono le precauzioni suddette, si potrà essere certi che le tensioni di eccitazione di griglia dei tubi 6B4-G risultano perfettamente bilanciate.

Messa a punto dell'amplificatore Dopo aver eseguiti tutti i collegamenti dell'amplificatore, se ne effettuerà un accurato controllo.

L'amplificatore sarà così pronto per essere provato.

Prima di inserire nei rispettivi zoccoli i tubi dell'amplificatore, si invierà la tensione di rete al primario del trasformatore che fornisce la tensione di polarizzazione

negativa di griglia. Si misurerà la tensione esistente ai capi del resistore di carico da 600 Ω. Tale tensione dovrà essere di - 68 V. Qualora non fosse di questo valore, si apporteranno lievi variazioni al valore del resistore in serie R_3 fino ad ottenere che, sul resistore di carico, si formi la tensione di - 68 V.

Dopo di ciò si potranno inserire gli zoccoli e si misureranno le tensioni anodiche e di catodo dei vari stadi, controllandole con i valori riportati nello schema elettrico di Fig. 15.

Dopo aver eseguiti questi controlli, l'amplificatore verrà collegato al modulatore e si regolerà il potenziometro R_2 del limitatore in modo che risulti impossibile sovramodulare il trasmettitore, evidentemente con ragionevoli posizioni di R_1.

Dopo di ciò si potrà regolare il potenziometro R_2, aumentando man mano il segnale audio immesso nel limitatore, fino ad ottenere nel trasmettitore una forte modulazione chiara e nitida, senza eccessive bande laterali spurie.

5-7 Modulatore De-Luxe da 200 W con tubi 811-A

Gli stadi amplificatori a radiofrequenza di media potenza di uso più comune sono quelli nei quali è impiegato un tetrodo come il 4-125A, l'813 oppure il 7094, funzionante con una tensione anodica compresa fra 1200 e 1700 V e con una corrente anodica compresa fra 150 e 175 mA.

Un tale amplificatore a radiofrequenza richiede per la sua eccitazione una potenza assai ridotta, pur assorbendo 300 o 400 W di alimentazione anodica. Inoltre i componenti del circuito di alimentazione anodica di un amplificatore di questo tipo risultano di costo relativamente modesto.

Si tenga presente che passando da un trasmettitore da 300 W ad uno da 1 kW, si ha un aumento di segnale di soli 5 decibel, mentre l'aumento di costo risulta assai rilevante sia per il maggiore costo del modulatore sia per la maggiore potenza che l'alimentatore deve fornire.

Sotto l'aspetto economico, si può conseguire una forte economia se si riesce a far funzionare il modulatore e lo stadio finale a radiofrequenza alla stessa tensione di alimentazione anodica.

Con la nuova serie di trasformatori di alimentazione ad alta tensione prodotti dalla Chicago-Standard si ottengono tensioni anodiche comprese fra 1000 e 1500 V. Questi trasformatori sono particolarmente adatti per la alimentazione anodica di modulatori e di stadi finali a radiofrequenza aventi le potenze indicate al principio di questo paragrafo.

Con tensioni anodiche comprese fra 1000 e 1500 V il triodo tipo 811-A costituisce un eccellente tubo modulatore. Fino ad una tensione anodica di 1250 V, il tubo 811-A può funzionare in classe B con polarizzazione zero di griglia. Se invece la tensione anodica è di 1500 V, la polarizzazione negativa di griglia per il funzionamento in classe B deve essere di pochi volt (9 V). Una tensione di polarizzazione così bassa verrà facilmente ed economicamente ottenuta mediante batterie di pile a secco del tipo da lampadina tascabile, oppure con altro tipo di alimentatore a bassa impedenza.

Nella Fig. 17 è riportato lo schema elettrico del modulatore De-

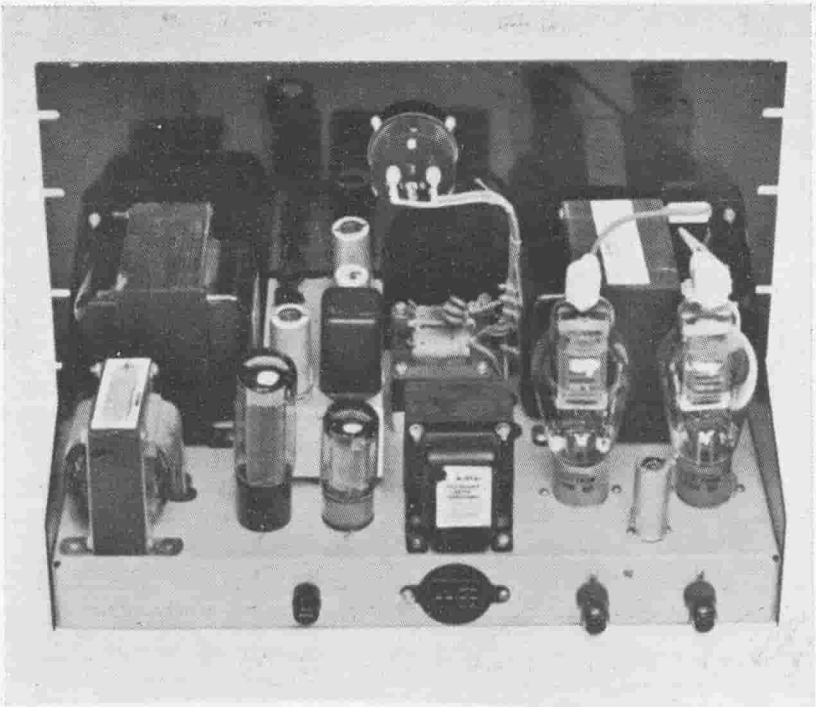


Figura 16.

IL MODULATORE CON TUBI 811-A VISTO POSTERIORMENTE

A destra sono visibili i tubi modulatori e il tubo (molto più piccolo) stabilizzatore di tensione. Al centro del telaio è sistemato il filtro passa-basso ad alto livello. A sinstra del filtro è visibile il preamplificatore innestabile. Sul piano superiore della custodia del preampiificatore vi sono i comandi di regolazione di volume e di taglio. Come stadio pilota del modulatore è usato un tubo 6L6/5881 ad uscita catodica.

Luxe da 200 W, mentre nelle Fig. 16 e 18 sono riportate due fotografie dello stesso amplificatore.

Gli stadi preamplificatori a basso livello sono analoghi a quelli del preamplificatore descritto nel paragrafo 5-6. Come doppio stadio preamplificatore a resistenza-capacità è usato un tubo 12AX7, che pilota un tubo limitatore 6AL5 che effettua il taglio, a basso livello, dei picchi di modulazione.

Lo stadio limitatore è seguito da un filtro passa-basso a 3500 Hz che toglie dal segnale ad audiofrequenza tutte le componenti aventi frequenza maggiore di 3500 Hz, prodotte in seguito alla azione di taglio.

All'uscita del filtro vi è uno stadio amplificatore, realizzato con un tubo 12AU7 con le due sezioni in parallelo. Questo stadio è accoppiato a trasformatore con uno stadio con tubo 5881 (6L6-GB), funzionante da stadio pilota ad uscita catodica per lo stadio finale del modulatore.

L'impedenza del circuito catodico dello stadio pilota è estremamente bassa e pertanto tale stadio fornisce un eccellente pilotaggio per il circuito di griglia dei due tubi 811-A dello stadio modulatore in Classe B.

Come si è detto, quando i tubi 811-A funzionano in classe B con tensione di alimentazione anodica di 1000 V, non richiedono alcuna tensione di polarizzazione negativa di griglia. Alla tensione di 1500 V è necessaria una polarizzazione di griglia di 9 V. Questa tensione viene fornita mediante un partitore di tensione costituito da un resistore da 20 kΩ - 10 W e da un tubo a thyratron tipo 2D21.

Quando il tubo 2D21 è collegato a triodo, agisce come tubo stabilizzatore di tensione, con una caduta costante (circa 9 V) di tensione fra anodo e catodo. Il tubo è in grado di stabilizzare una corrente fino a 300 mA mantenendo sufficientemente costante la caduta di tensione fra i suoi elettrodi.

La presa centrale del secondario del trasformatore T_5 dei filamenti dei tubi 811-A risulterà così a potenziale positivo rispetto a massa. Siccome la presa centrale del secondario del trasformatore pilota è collegata a massa, si ottiene per le griglie una tensione di polarizzazione negativa corrispondente alla caduta di tensione che si ha nel tubo stabilizzatore di tensione 2D21, posto nel circuito di catodo dello stadio amplificatore in Classe B.

La impedenza di carico da anodo ad anodo per i tubi 811-A funzionanti in Classe B. con tensione anodica di 1500 V è di 12.000 Ω.

Se si desidera, si può adoperare un trasformatore di modulazione del tipo a molte impedenze. Nel caso attuale è stato usato

un normale trasformatore di modulazione Stancor A-3829. Questo trasformatore è dimensionato per adattare una impedenza di carico da anodo ad anodo di 9000 Ω, con una impedenza al secondario di 5000 Ω. Con una impedenza di 12.000 Ω al primario, corrispondente alla impedenza dei due tubi 811-A, l'impedenza di carico al secondario risulta di 7500 Ω. Questa impedenza al secondario corrisponde a quella di un tubo 7094 funzionante come amplificatore a radiofrequenza in Classe C ad una tensione anodica di 1500 V e con una corrente anodica di 200 mA (300 W di potenza di alimentazione anodica).

Con questo modulatore è possibile usare altri tubi e altre impedenze di carico, purchè la potenza di alimentazione anodica dello stadio amplificatore a radiofrequenza da modulare non oltrepassi i 400 W. Per esempio si può usare un tubo 4-125 A funzionante con 2000 V e 165 mA (330 W). Un tubo di questo genere verrà modulato al 100% di profondità dal modulatore che stiamo descrivendo.

La massima corrente che può passare nel secondario del trasformatore di modulazione Stancor A-3829 è di 300 mA. Con una tale corrente il trasformatore non dà luogo ad inconvenienti.

L'uscita ad audiofrequenza sviluppata dallo stadio 811-A viene fatta passare attraverso un filtro soppressore di spurie ad alto livello, che attenua tutte le frequenze superiori a 3500 Hz.

Si constaterà che malgrado l'impiego di filtri ad audiofrequenza tanto sul canale a basso livello quanto sull'uscita del modulatore, non si ha alcuna pregiudizievole riduzione della larghezza delle bande laterali trasmesse, mentre viene sensibilmente ridotta l'interferenza causata dalle bande laterali spurie alla ricezione di stazioni funzionanti su canali anche immediatamente adiacenti.

Durante il funzionamento in telegrafia, mediante un relè RY_1 ad alta tensione viene cortocircuitato il secondario del trasformatore di modulazione e viene tolta la tensione di alimentazione anodica ai tubi del modulatore. Il relè viene eccitato mediante il commutatore « Fonia-Grafia », posto sul pannello frontale del modulatore.

Gli altri settori del commutatore « Fonia-Grafia » provvedono a spegnere il filamento dei tubi del modulatore e provvedono a chiudere o aprire altri eventuali circuiti ausiliari.

Nel modulatore è incorporato un alimentatore da 350 V che fornisce la tensione anodica al preamplificatore, allo stadio pilota e agli stadi a radiofrequenza dell'eccitatore del trasmettitore.

I vari collegamenti di alimentazione e di comando per il mo-

dulatore verranno effettuati tramite una presa a molti contatti (e una corrispondente spina), situata sulla parete posteriore del modulatore.

Costruzione del modulatore Il modulatore è costruito su un telaio in ferro avente le dimensioni di cm 20 × 43 × 5. Questo telaio è fissato ad un pannello normalizzato alto 27 cm, mediante robusti squadretti, tali da assicurare una certa solidità meccanica.

Dalle Figg. 16 e 18 può essere rilevata la posizione dei componenti principali del modulatore.

Il trasformatore di modulazione T_3 e i tubi 811-A occupano la parte posteriore destra del telaio (visto come in Fig. 16) e il loro peso è bilanciato dal trasformatore T_4 di alimentazione a bassa tensione e dal trasformatore T_5 di alimentazione dei filamenti del modulatore, posti dall'altra parte del telaio.

Lo spazio centrale del telaio è occupato dal preamplificatore innestabile, dal gruppo del filtro ad alto livello contro le spurie e dallo stadio pilota 5881.

Il preamplificatore è costruito su un telaio separato di alluminio, avente la forma di una scatola e avente le dimensioni di cm 12,5 × 7,5 × 5. Il fondo di questo telaio contiene due spine (maschio) che si adattano a due corrispondenti prese montate sul telaio del modulatore. A questo modo, il preamplificatore può venire montato a parte e provato come unità separata.

Il circuito di taglio a basso livello e i comandi sono montati sul piano superiore del telaio del preamplificatore e quindi non sono accessibili dal pannello frontale del modulatore: l'esperienza ha dimostrato che questi comandi, una volta regolati, non richiedono di essere ritoccati durante il funzionamento del trasmettitore.

Il commutatore « Fonia-Grafia », il relè ad alta tensione RY_1 e gli altri piccoli componenti sono montati sotto il piano del telaio (Fig. 18).

La presa di entrata del preamplificatore è posta vicino alla presa per microfono, situata sul pannello frontale del modulatore. Il collegamento fra le due prese deve essere più corto possibile e comunque non deve superare i 5 cm.

Sotto il telaio del modulatore sono sistemati anche l'impedenza filtro dell'alimentazione anodica a bassa tensione e i vari condensatori di livellamento e di fuga.

Montaggio e controllo del modulatore Si comincerà col montare il preamplificatore. I piccoli resistori e i condensatori di questa unità verranno montati direttamen-

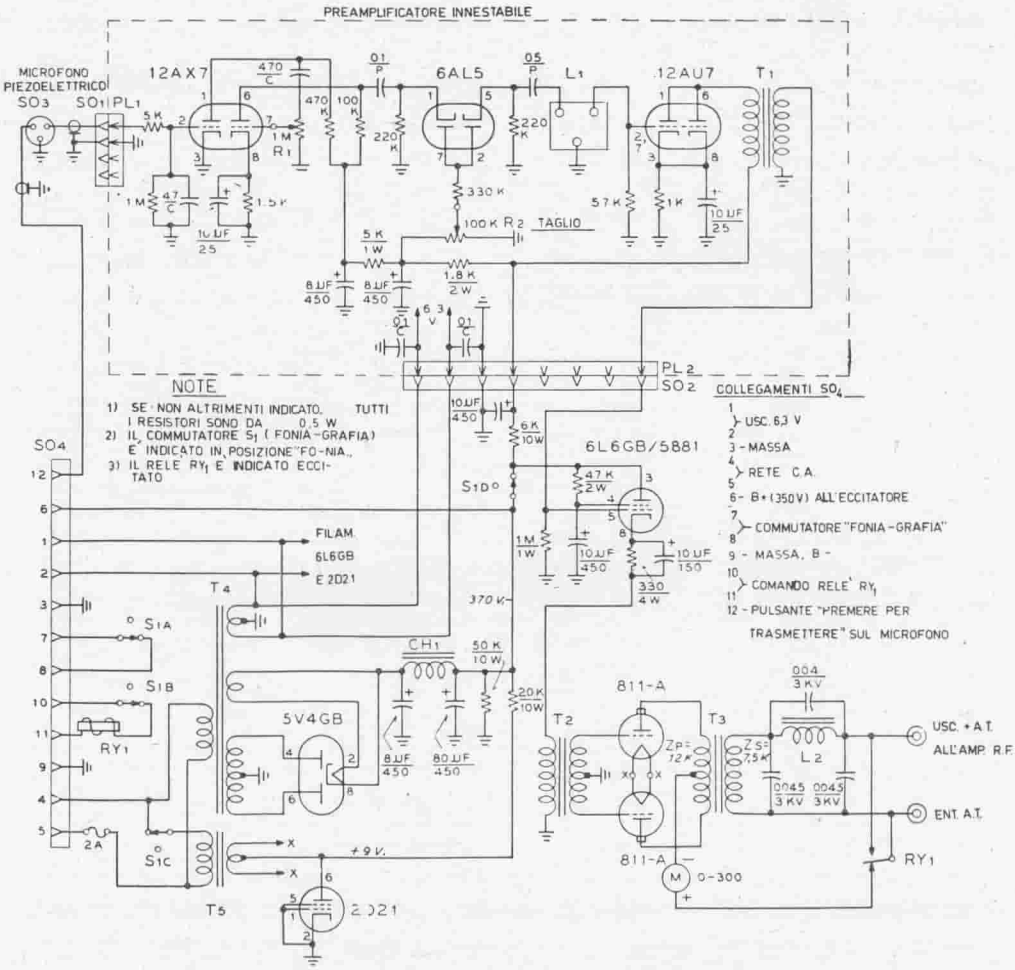


Figura 17.

SCHEMA ELETTRICO DEL MODULATORE DA 200 W CON TUBI 811-A

T_1 - Trasformatore di accoppiamento intervalvolare. Rapporto 1:3 (Stancor A - 53).

T_2 - Trasformatore pilota per Classe B ad impedenze varie - Rapporto 2:1 (Stancor A - 4761).

T_3 - Trasformatore di modulazione da 200 W. Impedenza primario 9 kΩ. Impedenza secondario 5 kΩ. (Stancor A - 3829).

T_4 - Trasformatore di alimentazione a bassa tensione. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondari: 400 + 400 V - 250 mA. 6,3 V - 5 A (con presa centrale). 5 V - 2 A.

T_5 - Trasformatore di alimentazione dei filamenti dei tubi 811-A. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 6,3 V - 10 A (con presa centrale).

CH_1 - Impedenza filtro 4 H - 250 mA.

L_1 - Filtro passa-basso con 3500 Hz di frequenza di taglio (Chicago LPF-2).

L_2 - Induttanza filtro passa-bassa ad alto livello, per corrente di 300 mA (Stancor C-2317).

RY_1 - Relè ad alta tensione a due chiusure, con bobina di eccitazione adatta alla tensione di rete disponibile. (Leach N.° 1723).

te fra i piedini degli zoccoli dei tubi oppure fra questi e i capofili di piastrine isolanti.

Il trasformatore T_1 è posto dentro la custodia del preamplificatore e i collegamenti fra esso e il circuito del preamplificatore verranno eseguiti dopo aver completato tutti gli altri collegamenti del preamplificatore.

Le spine PL_1 e PL_2 sono montate sul fondo della custodia del

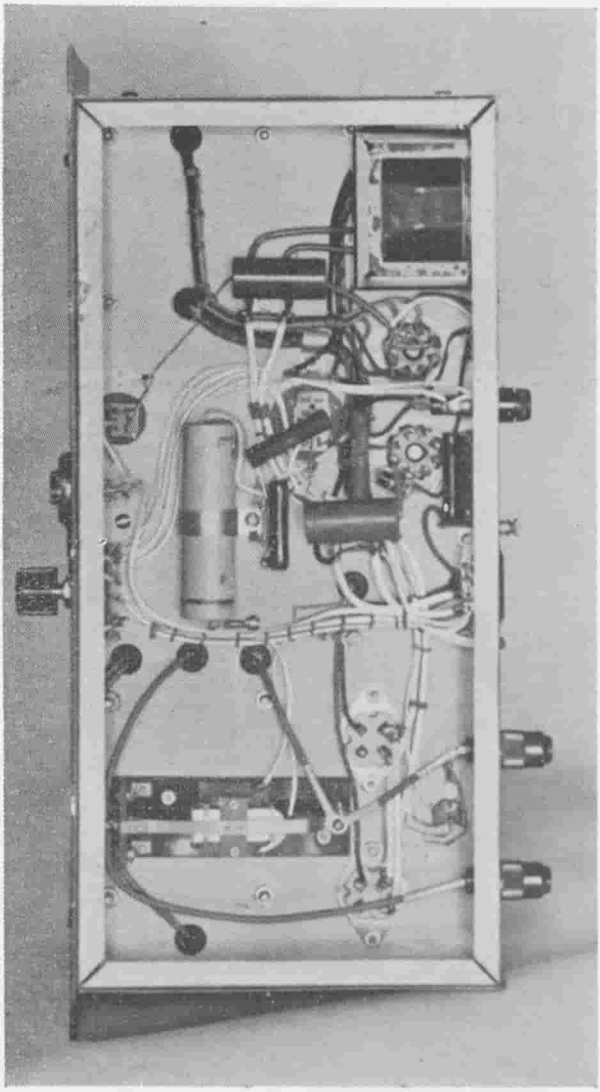


Figura 18.

IL TELAIO DEL MODULATORE CON TUBI 811-A VISTO DAL BASSO

I relè ad alta tensione è posto fra gli zoccoli dei tubi 811-A. I componenti dell'alimentatore a bassa tensione sono situati dalla parte opposta del telaio (in alto in questa fotografia).

preamplificatore. I collegamenti fra i piedini di queste spine e i vari punti del circuito del preamplificatore dovranno essere i più corti possibile, tali però da consentire di asportare il fondo della custodia, in modo da poter effettuare controlli visivi e elettrici sul preamplificatore, senza dover dissaldare i conduttori saldati ai piedini delle spine stesse.

Dopo aver completato il montaggio del preamplificatore si passerà al montaggio del modulatore.

Tutti i collegamenti facenti capo a T_3, a RY_1 e al filtro passa-basso ad alto livello debbono risultare accuratamente distanziati dal telaio. Per questi collegamenti si farà uso di cavo avente un isolamento a 5 kV.

I condensatori che fanno parte del filtro passa-basso ad alto livello saranno montati direttamente sui terminali dell'impedenza filtro, la quale a sua volta è montata sotto il telaio del modulatore, isolata da questo mediante isolatori ceramici alti 12 mm.

I collegamenti ad alta tensione fra il modulatore e il relativo alimentatore ad alta tensione verranno eseguiti mediante terminali di sicurezza Millen 37001.

Dopo aver completati i collegamenti e dopo averli accuratamente controllati, si inseriranno nei rispettivi zoccoli i tubi 12AX7, 6AL5, 12AU7, 5881 e 5V4GB.

Si inserisce il preamplificatore al modulatore mediante le due coppie di spine e prese su essi predisposte.

Si collegheranno le placche deviatrici verticali di un oscilloscopio fra massa e la griglia di un tubo 811-A.

La tensione anodica sul tubo 5881 deve essere di circa 370 V.

Si applica all'entrata del preamplificatore un segnale ad audiofrequenza sinusoidale a 1000 Hz, avente una ampiezza di 0,05 V efficaci. Si regola il livello di uscita del preamplificatore, mediante il potenziometro regolatore di taglio R_2 e mediante il potenziamento R_1 regolatore di volume, quest'ultimo inserito nel circuito di griglia del tubo 12AX7.

Il regolatore di taglio deve essere posto in modo che fra la griglia del tubo 811-A e massa la tensione del segnale non possa oltrepassare i 60 V efficaci (con entrata sinusoidale).

Si possono ora inserire nei loro zoccoli i tubi modulatori 811-A.

Fra i terminali di uscita del modulatore e precisamente fra il terminale «Usc. A.T. » e « Ent. A.T. » si inserirà un resistore da 7 kΩ-200 W. Questo resistore serve da carico fittizio sul modulatore.

Si applica la tensione di 1500 V di alimentazione anodica al terminale « Ent. A.T. » del modulatore.

In assenza di segnale applicato al modulatore, la corrente anodica

dello stadio modulatore deve essere circa di 15 mA. Essa deve salire istantaneamente a 160 mA quando il modulatore fornisce la massima uscita.

La messa a punto finale del regolatore di taglio verrà eseguita quando il modulatore è collegato allo stadio finale a radiofrequenza da modulare. Allora il potenziometro R_2 verrà regolato in modo da limitare a circa il 90% la profondità di modulazione corrispondente ai picchi, con segnale di entrata sinusoidale.

5-8 Modulatori con tetrodi a polarizzazione zero

I tetrodi possono venir fatti funzionare come modulatori in Classe B, con polarizzazione zero di griglia, applicando il segnale di pilotaggio alle griglie dei tubi secondo il circuito illustrato in Fig. 19. In questo circuito possono essere usati tetrodi dei tipi 6AQ5, 6L6, 807, 803, 813.

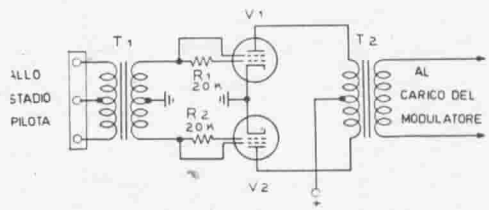


Figura 19.
NEI MODULATORI A TETRODO A POLARIZZAZIONE ZERO NON OCCORRONO POLARIZZAZIONI DI GRIGLIA CONTROLLO E DI GRIGLIA SCHERMO

Le caratteristiche più salienti di questo nuovo modulatore sono la bassa potenza di pilotaggio e la grande semplicità. In questo circuito possono essere usati tetrodi di tipo qualsiasi, dal 6AQ5 all'813.

T_1 - Trasformatore pilota per Classe B.
T_2 - Trasformatore di modulazione.
V_1 - V_2 - 6AQ5, 6L6, 807, 803, 313, etc.
R_1 - R_2 - Non usarle per i tubi 803 e 313.

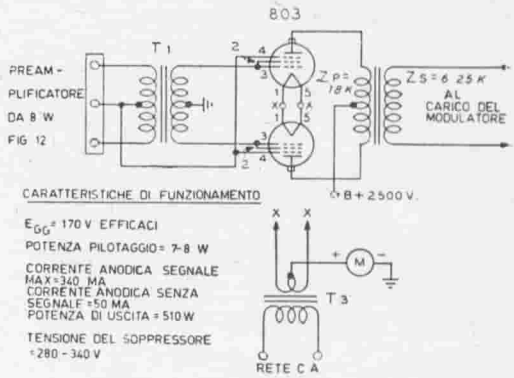


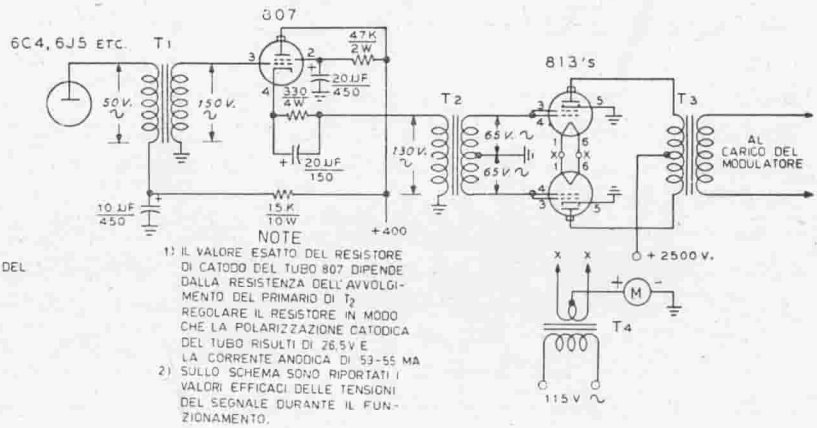
Figura 20.
EECONOMICO MODULATORE DA 500 W CON TUBI 803

T_1 - Trasformatore pilota per classe B a varie impedenze. Rapporto 2:1 (Stancor A-4761).
T_2 - Trasformatore di modulazione da 500 W. Impedenza primario 18 kΩ. Impedenza secondario 6,25 kΩ (Chicago CMS - 3).
T_3 - Trasformatore di alimentazione per i filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 10 V - 10 A (con presa centrale).
M - Milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.

Con il circuito della Fig. 19 non occorre alcun alimentatore che fornisca la tensione di polarizzazione negativa di griglia o la tensione di alimentazione della griglia schermo.

La potenza di pilotaggio per questo tipo di circuito è bassa e i tubi danno un eccellente rendimento anodico.

Nei tubi di potenza ridotta so-



TENSIONI DI FUNZIONAMENTO DEL PILOTA RISPETTO A MASSA

807	PIED.2	300
	PIED.3	0
	PIED.4	26.5

Figura 21.
MODULATORE DA 500 W CON TUBI 813

T_1 - Trasformatore intervalvolare rapporto 1:3 (Stancor A-53).
T_2 - Trasformatore pilota per Classe B a varie impedenze. Rapporto 2:1 (Stancor A - 4761).
T_3 - Trasformatore di modulazione da 500 W. Impedenza primario 18 kΩ. Impedenza secondario 6,25 kΩ (Chicago CMS - 3).
T_4 - Trasformatore di alimentazione per i filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 10 V - 10 A (con presa centrale).
M - Milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.
N.B. - Con una tensione di alimentazione anodica di 2000 V, questo modulatore fornisce una potenza di uscita di 350 W.

no necessari i resistori in serie alle griglie. Tali resistori servono a bilanciare la corrente che circola nelle griglie. Invece nei tubi di potenza maggiore, come i tubi 803 e 813, tali resistori non sono necessari.

Di grande interesse per i radiodilettanti è il circuito di Fig. 20, nel quale sono usati tubi 803 come modulatori di forte potenza. Con questi tubi, montati in un circuito come quello di Fig. 20, si può ottenere una potenza di uscita di 500 W, senza alcun alimentatore per la griglia controllo o per la griglia schermo.

La potenza di pilotaggio per questo tipo di modulatore è di 8 W.

A differenza dei tubi 813, l'uso dei tubi 803 è consigliabile per il loro basso costo (di qualche migliaio di lire) che compensa la maggiore potenza di pilotaggio necessaria per i tubi 803. Per pilotare lo stadio modulatore con tubi 803 è sufficiente uno stadio in controfase con tubi 6B4 funzionanti con autopolarizzazione catodica (Fig. 12).

La tensione per i sopressori dello stadio modulatore può venir fornita dall'alimentatore che fornisce la tensione anodica al preamplificatore e allo stadio pilota.

Nella Fig. 21 è riportato lo sche-

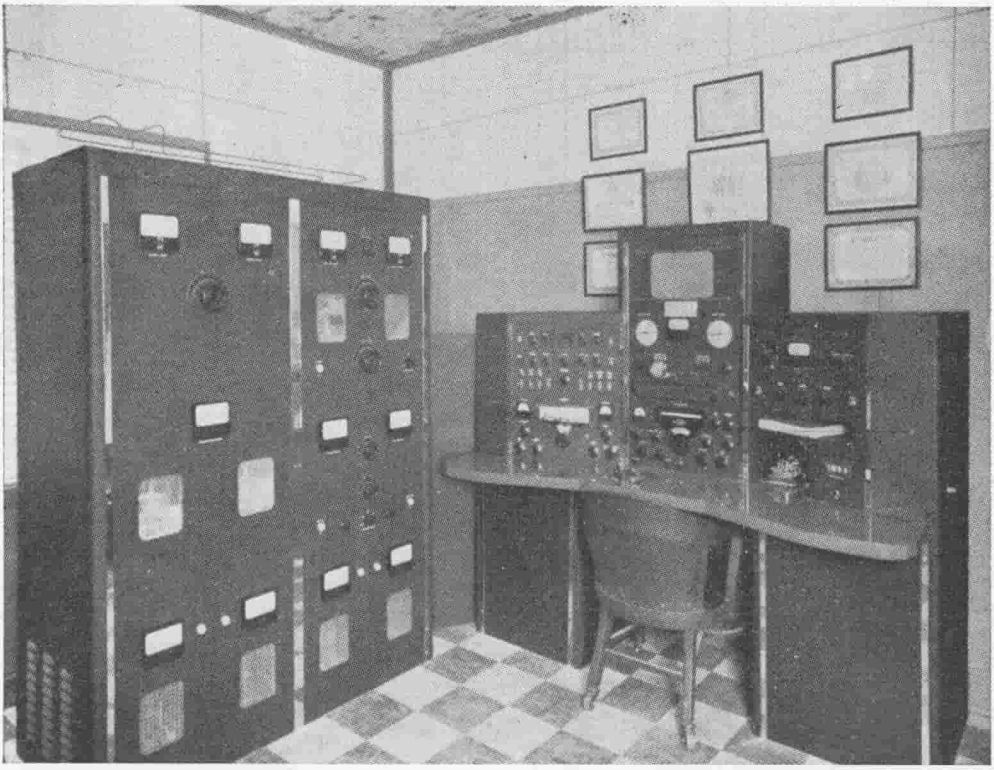
ma elettrico di un modulatore di forte potenza con tubi 813. Con questi tubi, alimentati a 2500 V di tensione anodica, è possibile ottenere una potenza ad audiofrequenza di 500 W.

La potenza di pilotaggio per tale stadio è di 5,5 W e può essere fornita da uno stadio pilota ad uscita catodica utilizzante un tubo 807 alimentato ad una tensione anodica di 400 V.

L'impedenza di carico da anodo ad anodo per due tubi 813 non è critica.

Il trasformatore di modulazione da 500 W prodotto dalla Chicago Transformer (modello CMS-3), che ha una impedenza al primario di 18.000 Ω, è stato usato con ottimi risultati, malgrado l'impedenza ottima di carico da anodo ad anodo per i tubi 813 sia di 20.000 Ω.

CAPITOLO SESTO



Costruzione dei trasmettitori

Malgrado sia possibile acquistare trasmettitori completi a prezzi relativamente modesti, molti radiodilettanti preferiscono autocostruire le loro stazioni trasmittenti. Alla base di ciò sta la considerazione che l'esperienza che si acquisisce nella costruzione di un trasmettitore completo non può essere ottenuta in altro modo.

In questo capitolo verranno descritti due trasmettitori completi per fonia e grafia, particolarmente adatti ai radiodilettanti, che pe-

rò abbiano già una certa esperienza acquisita nella costruzione di altri tipi di stazioni più semplici.

Il progetto e la costruzione di un trasmettitore costituiscono un insuperabile mezzo per migliorare le cognizioni radiotecniche. Inoltre non sono facilmente reperibili sul mercato stazioni come quelle che descriveremo in questo capitolo, sia per quanto concerne la loro potenza sia per le prestazioni che da esse si ottengono.

Il primo trasmettitore che descriveremo copre le due bande VHF comprese fra 50 MHz e 144 MHz ed è in grado di assorbire, in fonia, una potenza di alimentazione anodica di 300 W e di 450 W in telegrafia non modulata.

Il secondo trasmettitore che descriveremo copre tutte le bande dilettantistiche comprese fra 3,5 MHz e 29,7 MHz ed è in grado di assorbire in fonia, una potenza di alimentazione anodica di 375 W, mentre in telegrafia non modulata la potenza di alimentazione risulta di 500 W.

Entrambi i trasmettitori sono **completi**, ossia comprendono i relativi modulatori e alimentatori. Essi sono progettati in modo da assicurare una notevole facilità e sicurezza di funzionamento.

Il costo di ognuno di questi trasmettitori è relativamente basso, se si tiene presente la potenza e le prestazioni fornite.

6-1 Trasmettitore da 300 W per fonia e grafia per 50/144 MHz

I trasmettitori che debbono funzionare nella gamma VHF presentano alcuni particolari problemi di progetto che debbono venire adeguatamente risolti se si vuole ottenere un funzionamento sicuro e un buon rendimento.

Il primo problema deriva dalla relativa inefficienza dei circuiti accordati e dei sistemi di accoppiamento alle frequenze così alte. Impiegando i circuiti di tipo convenzionale, la potenza a radiofrequenza che si può perdere risulta estremamente elevata, a meno che non si attuino particolari accorgimenti nel progetto, nella disposizione meccanica e nella costruzione degli stadi del trasmettitore.

A frequenze di funzionamento relativamente basse non hanno praticamente alcuna importanza molti fattori che invece intervengono alle frequenze di funzionamento più alte, alle quali frequenze gli stessi fattori assumono una importanza vitale, tanto da rendere essenziale l'impiego dei mezzi necessari per diminuirne la loro influenza negativa.

I fattori negativi a cui accennavamo poco sopra sono le perdite per radiazione, le perdite per effetto pellicolare (skin-effect), le per-

dite dielettriche, la induttanza dei collegamenti, la capacità distributiva e i ritorni parassiti di massa. Pertanto non si esagera dicendo che, alle frequenze VHF, il progetto meccanico di un apparato assume una importanza forse maggiore del progetto elettrico dell'apparato stesso e che comunque l'uno incide in maniera determinante sull'altro.

Un secondo problema che si incontra alle frequenze VHF è dato dai tubi. Un insieme di fattori, insiti nel funzionamento dei normali tubi, ne limitano il rendimento man mano che cresce la frequenza di funzionamento. Questi fattori sono: la capacità interelettrodica, l'induttanza dei collegamenti degli elettrodi internamente al tubo stesso, il tempo di transito degli elettroni, il carico del circuito di entrata.

L'effetto complessivo di tutti questi fattori è un peggioramento delle caratteristiche di funzionamento del tubo alle frequenze VHF.

Il diminuito rendimento nel funzionamento di un tubo si manifesta sotto forma di un aumento della dissipazione anodica effettiva del tubo stesso.

Per ridurre l'influenza dei fattori che incidono negativamente sull'impiego dei tubi a VHF, la soluzione più ovvia consiste nel ridurre le dimensioni stesse dei tubi. Evidentemente questa riduzione di dimensioni si traduce anche in una riduzione della potenza ottenibile dal tubo, dato che la dissipazione di calore di un tubo è direttamente proporzionale alla superficie irradiante del tubo stesso.

Confronto tra tetrodi e triodi

L'effetto combinato della capacità interelettrodica dei normali tetrodi con la induttanza dei collegamenti interni degli elettrodi produce un fenomeno denominato **autoneutralizzazione.** In seguito a questo fenomeno avviene che per una frequenza, oppure per una ristretta banda di frequenze (di solito posta nella gamma delle VHF o vicino a tale gamma) il tetrodo risulta intrinsecamente autoneutralizzato (per effetto dei circuiti degli elettrodi interni al tubo stesso e della induttanza esterna del collegamento fra griglia schermo e massa).

Al disotto della frequenza di autoneutralizzazione si può attuare il classico sistema di neutralizzazione mentre, al disopra di tale frequenza, bisogna attuare speciali circuiti di neutralizzazione. Questi secondi circuiti normalmente risentono della frequenza di lavoro.

La frequenza di autoneutralizzazione dei tubi a griglia schermo

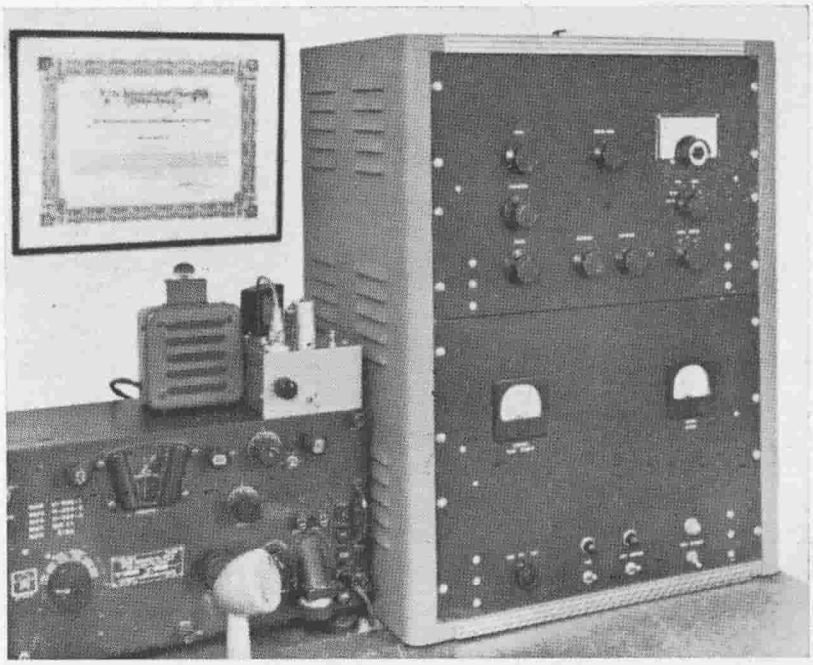


Figura 1.

COMPATTO TRASMETTITORE DA 300 W PER LE BANDE DI 6 E 2 METRI - QUESTO TRASMETTITORE E' L'IDEALE PER I DILETTANTI SU V.H.F.

Il trasmettitore è suddiviso in due parti. La parte superiore contiene l'oscillatore a frequenza variabile, gli stadi a radiofrequenza e l'amplificatore finale a radiofrequenza con due tubi 826 in controfase. A destra vi è la manopola per la regolazione della frequenza dell'oscillatore a frequenza variabile, con il commutatore di banda e il selettore dello strumento posti sotto di essa. Al centro vi sono i comandi di accordo degli stadi moltiplicatori di frequenza. A sinistra vi sono i comandi di accordo dello stadio separatore e dell'amplificatore finale. La parte in basso del trasmettitore contiene il modulatore e l'alimentatore. I commutatori di comando del trasmettitore sono posti vicino al bordo inferiore del pannello.

di tipo più economico normalmente risulta compresa fra 20 e 50 MHz, per cui occorre ritoccare su questi tubi la neutralizzazione, quando essi vengono fatti lavorare su frequenze superiori a quella di neutralizzazione, come ad esempio su frequenze comprese nel campo da 50 MHz a 144 MHz. A frequenze così alte avviene che, passando da una frequenza all'altra dentro la stessa banda di frequenze, occorre ritoccare la neutralizzazione dello stadio.

I tetrodi di tipo più recente con anodo esterno non presentano questi problemi dato che la loro frequenza di autoneutralizzazione normalmente cade oltre la banda di frequenza dilettantistica a 144 MHz.

Diversamente dai tetrodi, i trio-

di non presentano alcuna frequenza di autoneutralizzazione. Con i triodi, la massima frequenza alla quale la neutralizzazione risulta efficace dipende dalla induttanza dei collegamenti interni degli elettrodi del tubo, dal tempo di transito degli elettroni e dalla capacità interelettrodica del tubo.

I triodi non presentano, nello spettro delle frequenze, un punto di discontinuità per quanto riguarda la neutralizzazione, come invece avviene per i tetrodi quando si passa da frequenze inferiori a quella di autoneutralizzazione, a frequenze superiori.

Nei triodi avviene che la neutralizzazione diviene sempre meno efficace man mano che la frequenza si avvicina a quella limite di funzionamento, al disopra della quale non è più possibile effettuare la neutralizzazione.

Sono stati sviluppati triodi di tipo economico, piccoli e compatti, che sono in grado di funzionare soddisfacentemente alle frequenze VHF e nel trasmettitore che descriviamo in questo paragrafo sono stati appunto impiegati due triodi di questo tipo.

In questo trasmettitore sono stati attuati particolari circuiti che hanno lo scopo di assicurare la efficacia della neutralizzazione nel campo delle frequenze di funzionamento del trasmettitore stesso

Il circuito del trasmettitore Nella Fig. 2 è riportato lo schema a blocchi della parte a radiofrequenza del trasmettitore.

Il trasmettitore è diviso in due parti: la parte eccitatrice ($V_1 \div V_4$) e la parte amplificatrice ($V_5 \div V_7$).

L'eccitatore sviluppa circa 10 W di potenza nelle bande di frequenza da 50 a 54 MHz e da 144 a 148 MHz.

Come oscillatore è usato un tubo 5763, pilotato a quarzo oppure funzionante come oscillatore a frequenza variabile, nel campo di frequenza da 8 a 9 MHz.

Dato che i rapporti di gamma per le due bande sono differenti, sono stati impiegati due differenti circuiti accordati di oscillazione. L'oscillatore a frequenza variabile per la banda dei 2 metri copre il campo di frequenze da 8,0 a 8,222 MHz, mentre l'oscillatore a frequenza variabile per la banda dei 6 metri copre il campo di frequenza da 8,333 a 9,0 MHz.

Per maggiore semplicità di comando, i condensatori variabili dei due circuiti oscillanti a frequenza variabile sono mossi contemporaneamente, con comando unico.

I tubi V_2 e V_3 moltiplicano per 6 la frequenza dell'oscillatore a quarzo o dell'oscillatore a frequenza variabile, in modo da otte-

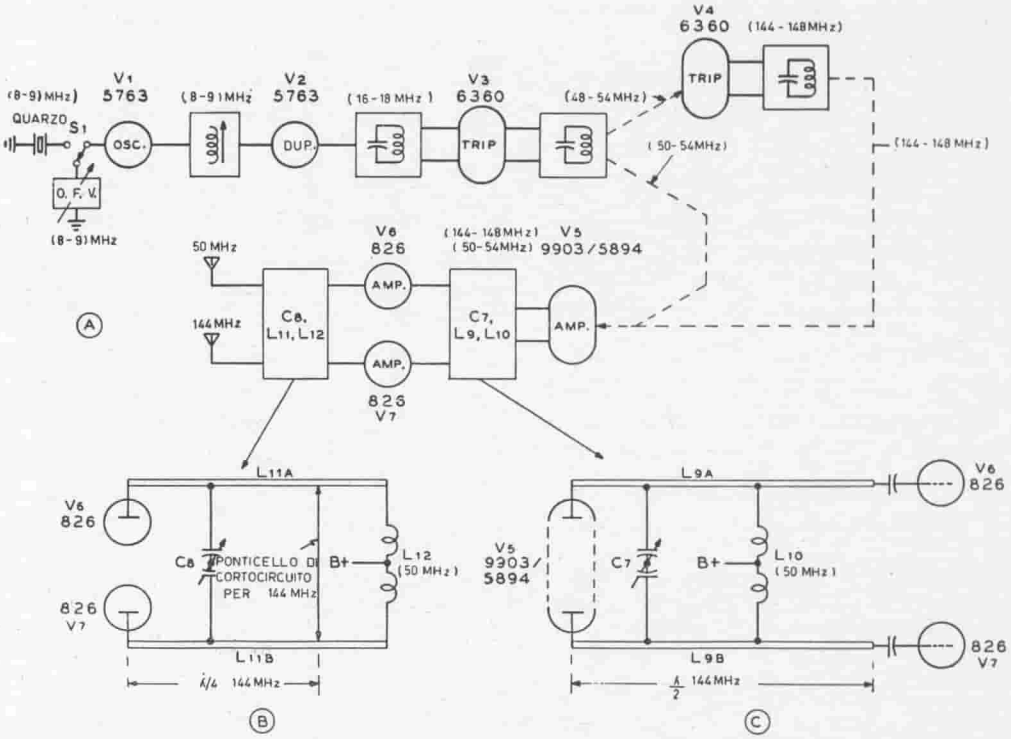


Figura 2.
SCHEMA A BLOCCHI DEL TRASMETTITORE PER VHF

A - Circuito generale del trasmettitore, con indicate le frequenze di lavoro dei vari stadi. Lo stadio V_4 è un moltiplicatore di frequenza innestabile.

B - A 144 MHz è impiegato sull'amplificatore un circuito accordato a quarto d'onda. Quando si deve funzionare sulla banda a 50 MHz bisogna staccare il ponticello di cortocircuito e bisogna accordare il circuito L_{12} - C_8 sulla frequenza di funzionamento.

C - Nell'accoppiamento fra lo stadio separatore e lo amplificatore si è usato una sezione a linea accordata a mezza onda. La bobina L_{10} fa risuonare il circuito su 50 MHz.

nere un segnale compreso fra 48 e 54 MHz.

Mediante un semplice sistema di commutazione si fa in modo che il che il tubo V_3 piloti o un tubo V_5 amplificatore-separatore, funzionante direttamente sulla banda 50-54 MHz oppure uno stadio triplicatore di frequenza (V_4) che fornisce alla sua uscita un segnale avente la frequenza da 144 a 148 MHz.

Come stadio pilota per l'amplificatore finale a radiofrequenza con triodi in controfase è usato un tubo 9903/5894 (V_5).

Su entrambe le bande di frequenza questo tubo funziona esclu-

sivamente come amplificatore-separatore.

Nella Fig. 2C è rappresentato il circuito di accoppiamento, unico per entrambe le bande, fra il tubo 9903/5894 e lo stadio con tubi 826 in controfase.

Gli anodi del tubo separatore V_5 e le griglie dello stadio finale sono accoppiati alle estremità di una linea di trasmissione a mezza onda per 144 MHz, caricata. La bobina per 50 MHz è posta al centro elettrico della linea a 144 MHz. Il condensatore di accordo C_7 è inserito in un punto della linea, tale da determinare la risonanza di ambedue i circuiti.

A questo modo, la combinazione di $L_{9a\ b}$, L_{10}, C_7 è in grado di accordare contemporaneamente le due bande a 2 e a 6 metri eliminando così la necessità di impiegare bobine intercambiabili, oppure di effettuare la commutazione delle bobine del circuito di accoppiamento fra V_5 e i tubi 826 dello stadio finale.

Se fra i vari stadi del trasmettitore esiste una sufficiente schermatura, non occorre alcuna neutralizzazione per il tubo 9903/5894. Lo stadio amplificatore di potenza impiega due tubi tipo 826 in controfase. Questi triodi, di dimensioni assai ridotte, sono particolarmente adatti a funzionare nel campo delle VHF dato che possiedono una bassa induttanza dei collegamenti interni degli elettrodi e dato che la loro capacità interelettrodica è relativamente bassa. Detti tubi ammettono una dissipazione anodica relativamente notevole e possiedono un'alta riserva di emissione di filamento.

L'amplificatore è in grado di funzionare con un kilowatt di potenza di alimentazione anodica assorbita (2000 V, 500 mA) quando funziona in telegrafia non modulata. Il funzionamento a questo livello di dissipazione può essere tollerato dai tubi anche per un lungo periodo di tempo, senza alcun danno per i tubi stessi. Tuttavia non è consigliabile, per la durata dei tubi, insistere su un funzionamento così spinto.

Come indica la Fig. 2B, nello stadio amplificatore di potenza è stato usato un tipo particolare di circuito anodico per le due bande di frequenza. Esso consiste di una linea di trasmissione a quarto d'onda su 144 MHz, accordata alla frequenza di lavoro mediante un condensatore variabile a farfalla C_8.

L'estremità « fredda » della linea viene cortocircuitata mediante un ponticello (costituito da una striscia di rame di notevole larghezza), che viene tolto durante il funzionamento su 50 MHz. A quest'ultima frequenza, la risonanza avviene per opera del condensatore variabile a farfalla C_8 e della bobina L_{12}, la quale è

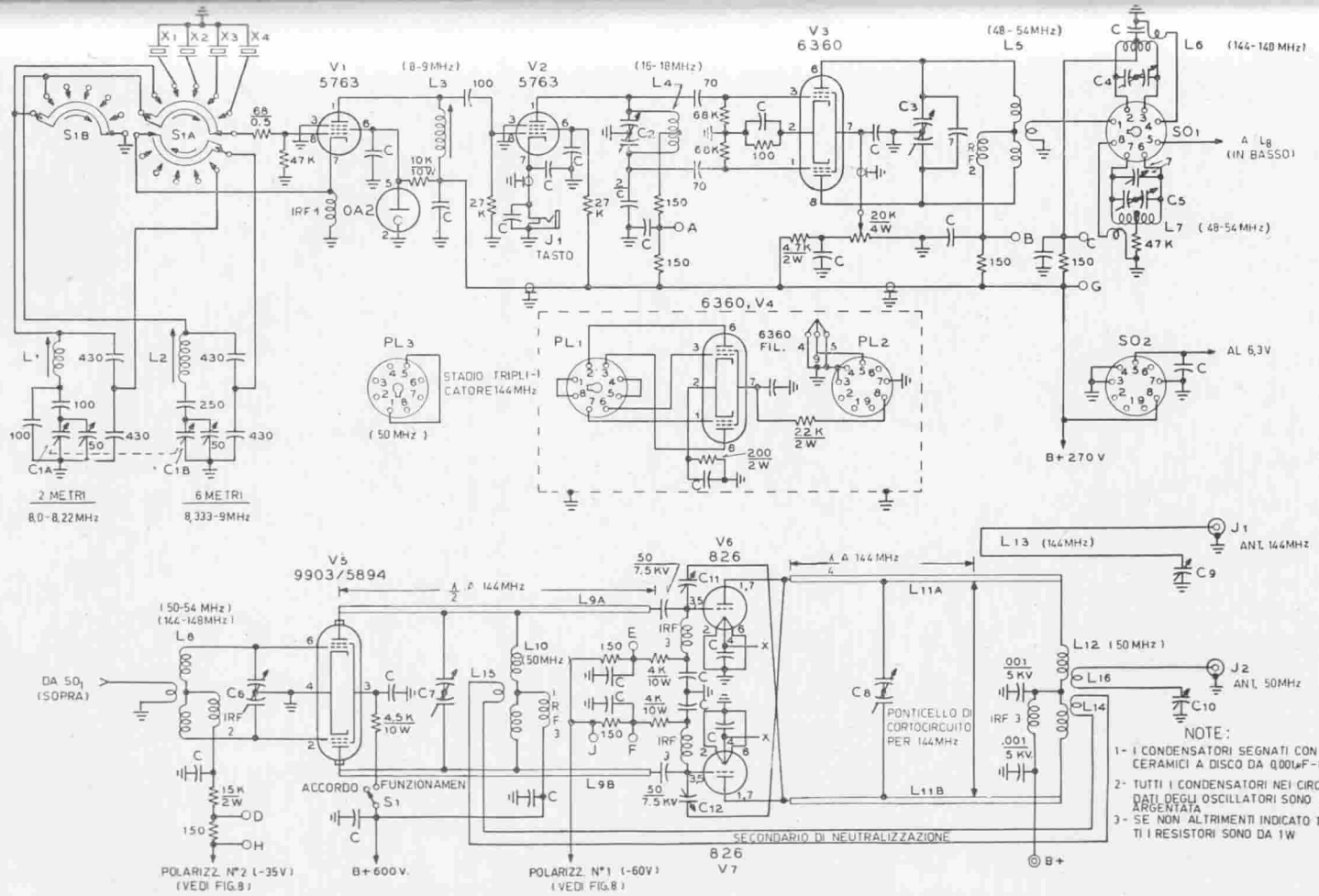


Figura 3. SCHEMA ELETTRICO DELLA PARTE A RADIOFREQUENZA DEL TRASMETTITTORE A V.H.F.

C_1A - B - Condensatore variabile da 25 + 25 µµF.

C_2 - C_5 - Condensatori variabili a statore suddiviso da 15 + 15 µµF.

C_3 - C_4 - Condensatori variabili a statore suddiviso da 8 + 8 µµF.

C_6 - Condensatore variabile a farfalla, da 10 + 10 µµF (Johnson 11 MB 11).

C_7 - Condensatore variabile a statore suddiviso, da 35 + 35 µµF.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza da 2.5 mH (Na-

C_8 - Condensatore variabile a farfalla, da 25 + 25 µµF. (Barker e Williamson JCX-25E) (con 1 lamina statorica in meno su ognuna delle due sezioni).

C_9 - Condensatore variabile da 35 µµF con spaziatura di 0,6 mm fra le lamine (Bud LC-1872).

C_{10} - Condensatore variabile da 50 µµF con spaziatura di 0,6 mm fra le lamine. (Bud LC - 1873).

IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza (Ohmite Z-50).

IRF_3 - Impedenza a radiofrequenza (Ohmite Z-144).

S_1A - B - Commutatore ceramico a rotazione a 3 vie - 6 posizioni (su due settori).

PL_1 - Spina octal (a 8 piedini).

PL_2 - Spina noval (a 9 piedini, v. testo).

PL_3 - Spnia octal (a 8 piedini).

L_1 ÷ L_{16} - Vedi la tabella delle bobine, in Fig. 12.

X_1 ÷ X_4 - Quarzi per frequenze fra 8 e 9 MHz. (tipo FT - 243).

montata all'estremità B + della linea anodica.

Alla frequenza di 50 MHz, la linea a 144 MHz ($L_{11a\,b}$) serve semplicemente come collegamento fra i tubi e la bobina anodica L_{12}.

È stato fatto il tentativo di togliere il ponticello di cortocircuito, in modo da ottenere che il circuito di uscita dell'amplificatore funzioni in maniera analoga al circuito di accoppiamento dello stadio separatore che, come si è visto, non richiede alcuna manovra per il passaggio da una banda all'altra. L'esito di questo tentativo è stato una sensibile diminuzione del rendimento del circuito anodico, al punto da sconsigliare l'impiego definitivo di questo sistema. Si sono allora montati dei dadi a farfalla a molti filetti (a passo rapido) in modo da poter eseguire rapidamente la manovra di distacco del ponticello di cortocircuito quando si deve passare al funzionamento a 50 MHz.

Circuito di neutralizzazione dell'amplificatore

Nel campo di frequenze fra 50 e 148 MHz non hanno più alcuna efficacia i normali circuiti di neutralizzazione, per effetto del tempo di transito degli elettroni, della capacità interelettrodica e della lunghezza dei collegamenti degli elettrodi internamente ai tubi.

Un amplificatore può venire neutralizzato solo su una o l'altra banda di frequenza, ma la neutralizzazione alla frequenza di 50 MHz non è più valida alla frequenza di 144 MHz e viceversa. Però, se si esegue la neutralizzazione su una delle due bande di frequenze radiodilettantistiche contenute entro la gamma 50÷148 MHz, ad esempio su quella 50-54 MHz, si ottiene che la neutralizzazione risulta efficace per tutta la banda stessa, ossia da 50 a 54 MHz.

Da quanto sopra, risulta che tutte le volte che un amplificatore deve funzionare su una banda di frequenze diversa da quella per la quale esso è stato neutralizzato, occorre rieseguire la neutralizzazione. L'inconveniente di dover rifare la neutralizzazione tutte le volte che un amplificatore viene commutato da una banda di frequenze od un'altra, viene eliminato se si adotta il circuito di neutralizzazione illustrato dalla Fig. 3.

Per la neutralizzazione sulla banda a 144 MHz è stato adottato il normale sistema di neutralizzazione incrociata (condensatori C_{11} e C_{12}) mentre per la banda a 50 MHz è stato adottato un semplice circuito di neutralizzazione con secondari di accoppiamento (L_{14} - L_{15}). Questo doppio circuito di neutralizzazione fornisce una assoluta stabilità di funzionamento

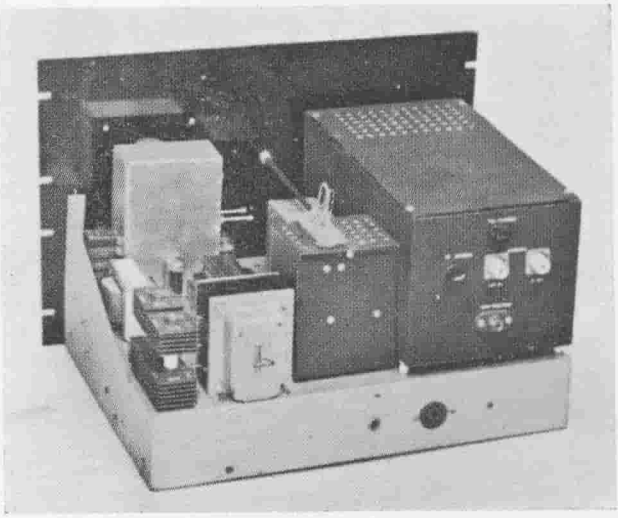


Figura 4.
IL TRASMETTITORE A VHF VISTO POSTERIORMENTE

A destra è visibile il comparto dell'amplificatore finale, nella cui parete posteriore sono montati le prese coassiali di uscita di antenna e i condensatori di carico (C_9 e C_{10}). Sopra i tubi 826 sono eseguiti dei fori per facilitare la circolazione dell'aria di raffreddamento dei tubi stessi. Se si ritiene che il trasmettitore debba poter funzionare ininterrottamente per lunghi periodi di tempo, sarà conveniente sostituire la piastra di chiusura superiore di questo comparto con una piastra di alluminio forata. A sinistra del comparto grande vi è un comparto più piccolo, che contiene lo stadio separatore. Il tubo 9903/5894 di questo stadio è montato in posizione invertita, ossia con lo zoccolo in alto. Sulla piastra di chiusura superiore di questo comparto è montata la presa per la spina che sostiene la bobina di griglia L_8 (vedi Fig. 7). Il condensatore variabile di accordo di griglia è comandato dal pannello frontale, mediante un alberino di materiale isolante. Dietro il comparto del separatore è visibile il contenitore che contiene lo stadio triplicatore di frequenza. Alla sinistra del telaio è visibile l'oscillatore a frequenza variabile, con i quarzi commutabili montati su una fiancata di esso. Dinanzi alla scatola che contiene l'oscillatore a frequenza variabile vi è il tubo oscillatore V_1. Nell'angolo sinistro del telaio (in primo piano) vi sono i componenti dell'alimentatore a bassa tensione.

dell'amplificatore su ambedue le bande di frequenza.

Siccome la bobina L_{12} di accordo anodico a 50 MHz è disaccoppiata da quella a 144 MHz per effetto del ponticello di cortocircuito, si ha che fra i due circuiti di neutralizzazione esiste un ridottissimo accoppiamento spurio, per cui la messa a punto della neutralizzazione risulta molto semplice e può essere effettuata per una banda alla volta.

Il sistema di commutazione di banda

Il cambiamento della frequenza di funzionamento da 50 MHz a 144 MHz e viceversa può essere compiuto nel tempo di qualche minuto.

Il commutatore S_1 seleziona op-

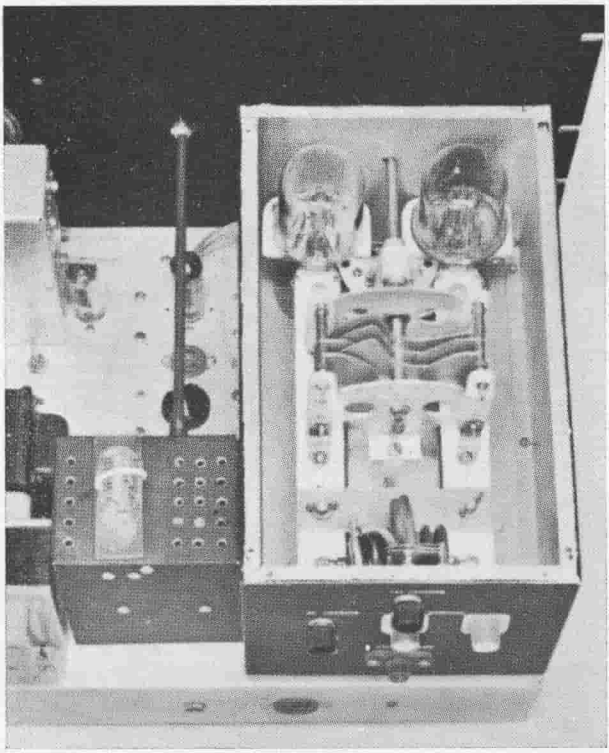


Figura 5.
DETTAGLIO DELLO STADIO FINALE DEL TRASMETTITORE A VHF

Nello stadio finale del trasmettitore a VHF sono usati due triodi 826 in controfase, in unico circuito per 50 MHz e 144 MHz. Su 144 MHz è usato un circuito volano a linea con ponticello di cortocircuito asportabile (visibile in primo piano). Il condensatore di accordo a farfalla è montato mediante isolatori ceramici sul circuito volano ed è collegato a quest'ultimo mediante striscie di rame collegate ai terminali degli statori. La bobina per 50 MHz è posta alla estremità « fredda » della linea accordata per 144 MHz. Dentro lo scomparto dell'amplificatore viene soffiata aria attraverso i fori di ventilazione eseguiti sotto gli zoccoli dei tubi 826. Si noti che gli zoccoli sono stati tagliati per ridurre la possibilità che avvengano scariche fra i piedini. A sinistra del comparto schermato dell'amplificatore finale vi è il comparto per lo stadio con tubo 6360 (V_3) e dietro quest'ultimo, sono visibili gli zoccoli SO_1 e SO_2 per l'innesto del moltiplicatore di frequenza per 144 MHz. L'adattatore PL_3 per la banda dei 50 MHz è innestato sul suo zoccolo. Sulla fiancata destra del comparto dell'oscillatore a frequenza variabile (a sinistra in questa fotografia) sono visibili i nuclei di accordo della frequenza dell'oscillatore. (Sul piano superiore del comparto del separatore è innestata la bobina per 50 MHz).

portunamente il quarzo oppure la frequenza dell'oscillatore a frequenza variabile.

La bobina anodica L_3 è a risonanza piuttosto piatta nel campo di frequenze da 8 a 9 MHz e, dopo la taratura iniziale, non richiede alcun'altra regolazione.

I circuiti anodici dei tubi 5763 e 6360 possono venire posti in ri-

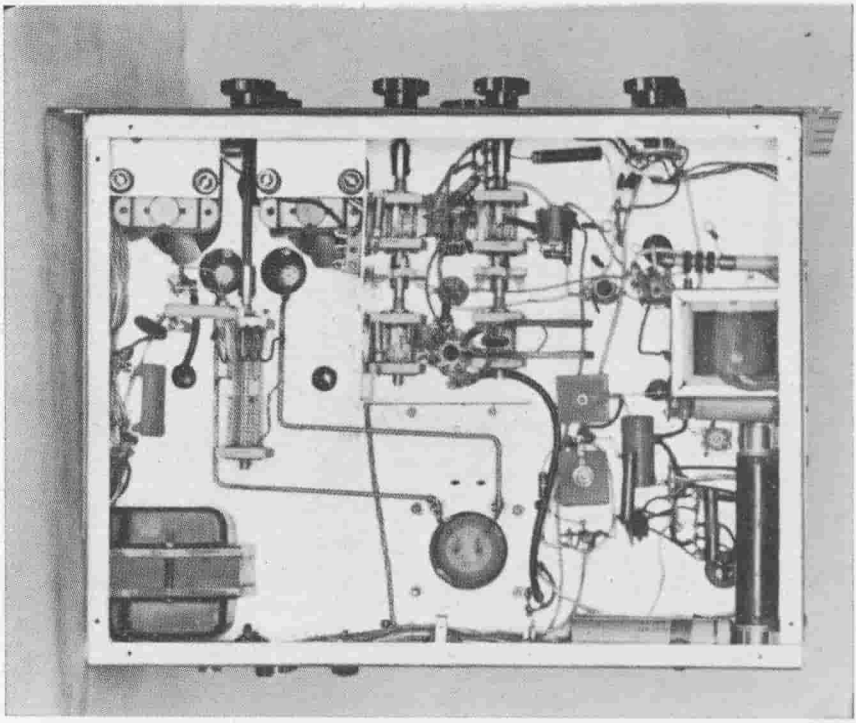


Figura 6.
IL TELAIO DEL TRASMETTITORE DA 300 W A VHF VISTO DAL BASSO

Nell'angolo sinistro in alto sono visibili i due ventilatori, azionati a tensione di rete, per il raffreddamento dei tubi 826. La parte sinistra del telaio è occupata dalla linea anodica del separatore L_9A-B. Tutti i collegamenti che vengono effettuati sotto il telaio sono situati ad una certa distanza dal telaio stesso. Per ridurre la captazione di energia a radiofrequenza da parte dei collegamenti di alimentazione posti sotto il telaio, tutti questi collegamenti verranno schermati con calza di rame. Gli stadi moltiplicatori di frequenza sono isolati dalla linea anodica del separatore mediante una schermatura eseguita con lastra di alluminio piegata a forma di una L. Gli alberini dei condensatori C_2 e C_5 vengono azionati contemporaneamente, così come quelli dei condensatori variabili C_{3a} C_4. I componenti dell'alimentatore vanno montati nell'angolo destro in basso del telaio. Attraverso il foro, al centro del telaio, esce la sommità del bulbo del tubo separatore 9903/5894.

sonanza sulla corretta frequenza dell'una o dell'altra banda senza necessità di sostituire le bobine. Però, per il funzionamento su 144 MHz, è necessario sfilare la spina PL_3 (Fig. 7) e inserire al suo posto lo stadio triplicatore di frequenza a 144 MHz (Fig. 3). Inoltre la bobina di griglia L_8 dello stadio 9903/5894 deve venir sostituita quando si passa a funzionare su 144 MHz.

Nel funzionamento su 144 MHz si deve togliere il ponticello di cortocircuito sul circuito anodico dell'amplificatore.

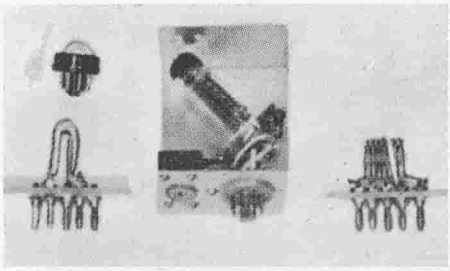


Figura 7.
DETTAGLIO DEI COMPONENTI INNESTABILI

Al centro vi è la scatola che contiene lo stadio triplicatore di frequenza su 144 MHz (con tubo 6360 V4) Questa scatola è munita di due innesti. Il tubo è montato diagonalmente su una piccola piastra. Sul piano superiore di questa scatola sono eseguiti fori di ventilazione. Una spina a 9 piedini PL_2 è ricavata da uno zoccolo « vector ». A sinistra, in alto, vi è la bobina per 50 MHz, montata sulla spina PL_3. Immediatamente sotto di essa vi è la bobina L_8 per 144 MHz. A destra è visibile la bobina L_8 per 50 MHz. Per i dati delle bobine vedasi la tabella della Fig. 12.

Infine, bisogna porre in risonanza sulla corretta frequenza di lavoro il circuito risonante anodico dello stadio separatore e quello dell'amplificatore finale.

Per ciascuna banda deve essere impiegato un particolare sistema di accoppiamento di antenna.

Vengono usate due anse di accoppiamento: una per 144 MHz (L_{13}), che viene accoppiata col circuito volano a quarto d'onda, e una per 50 MHz (L_{16}) che viene accoppiata alla bobina L_{12} del circuito anodico.

L'alimentatore e il modulatore

Gli alimentatori a bassa tensione sono montati nello spazio posteriore del telaio a destra guardando lo apparato dal davanti. Il loro schema elettrico è riportato in Fig. 8.

Un alimentatore con rettificatore al selenio montato in duplicazione di tensione fornisce la tensione di 600 V per l'alimentazione anodica del tubo 9903/5894 e la tensione di 270 V per l'alimentazione anodica dell'eccitatore. Un secondo rettificatore al selenio fornisce la tensione negativa di polarizzazione di griglia per lo stadio separatore e per l'amplificatore finale a radiofrequenza.

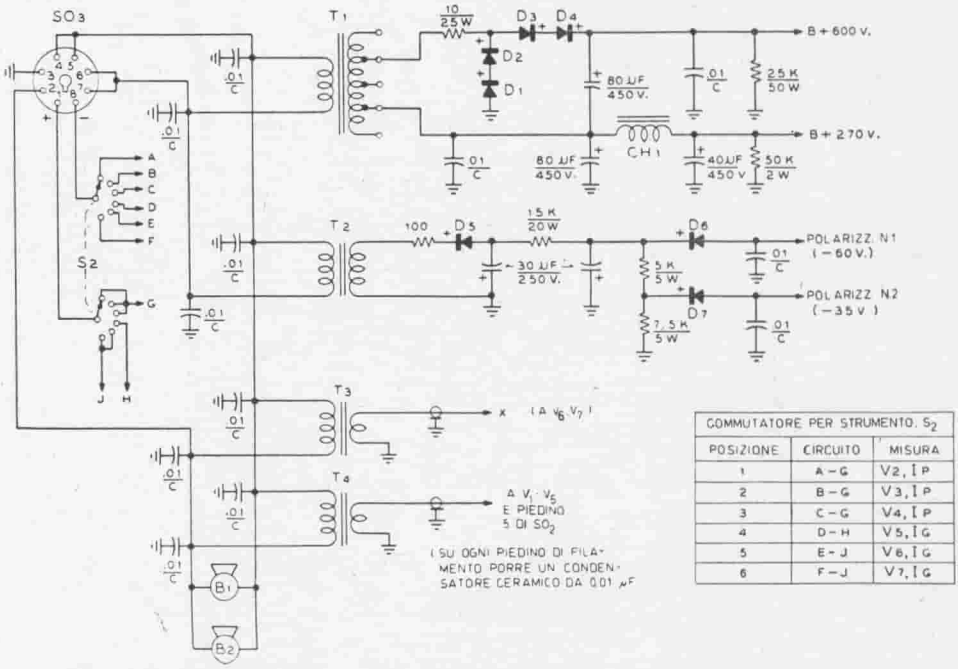
L'influenza reciproca dell'una sull'altra tensione di polarizzazione negativa viene impedita mediante i diodi di isolamento (di bloccaggio) D_6 e D_7.

L'alimentatore che fornisce l'alta tensione di alimentazione anodica e il modulatore della stazione sono montati su un telaio separato.

L'alimentatore di alta tensione deve poter fornire, a 1500 V, una corrente di 500 mA, corrente che serve per l'alimentazione anodica dello stadio finale del modulatore e per quella dell'amplificatore finale a radiofrequenza del trasmettitore.

Il modulatore impiega una coppia di tubi 811-A funzionanti in controfase in Classe B. Questo modulatore può venire pilotato da uno qualsiasi dei preamplificatori descritti nel Capitolo V.

Nella Fig. 10 è riportato lo sche-



COMMUTATORE PER STRUMENTO, S_2		
POSIZIONE	CIRCUITO	MISURA
1	A – G	V2, I P
2	B – G	V3, I P
3	C – G	V4, I P
4	D – H	V5, I G
5	E – J	V6, I G
6	F – J	V7, I G

Figura 8.
SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE E DEL CIRCUITO DI COMMUTAZIONE DI MISURA

T_1 - Trasformatore di alimentazione. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 600, 300, 0, 300, 600 V - 300 mA (usare i terminali a 300 V per duplicatore di tensione).

T_2 - Trasformatore di alimentazione. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 125 V - 50 mA.

T_3 - Trasformatore di alimentazione per filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 7,5 V - 8 A.

T_4 - Trasformatore di alimentazione per filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 6,3 V - 6 A.

$D_1 \div D_4$ - Rettificatori al selenio da 100 mA. Tensione efficace per ognuno: 175 V. Massima tensione di picco inverso: 495 V. (Sarkes - Tarzian Modello 188).

$D_5 \div D_7$ - Rettificatori al selenio da 75 mA. Tensione efficace di entrata: 130 V (Sarkes - Tarzian Modello 75).

B_1 - B_2 - Ventilatori a tensione di rete.

S_2 - Commutatore a rotazione a 2 vie - 6 posizioni.

SO_3 - Zoccolo octal a 8 piedini (vedi Figg. 3 e 10).

ma elettrico completo dell'unità modulatrice e alimentatrice.

Il circuito di alimentazione primaria dell'alimentatore ad alta tensione viene inserito sulla rete di alimentazione mediante il relé RY_1 che viene eccitato mediante il commutatore del circuito di comando anodico S_2.

Per la chiusura del relé da parte di eventuali circuiti ausiliari esterni sono previsti due terminali esterni per il comando del relé stesso.

Circuiti di misura Per controllare i circuiti a bassa tensione viene impiegato un milliamperometro a corrente continua (M_2 di Fig. 10), da 100 mA fondo-scala.

Mediante un commutatore a 6 posizioni (S_2 di Fig. 10) questo milliamperometro viene collegato su vari resistori da 150 Ω inseriti nei circuiti anodici e di griglia, eseguendo così le misure indicate dalla tabella della Fig. 8.

Il milliamperometro M_1 (da 500

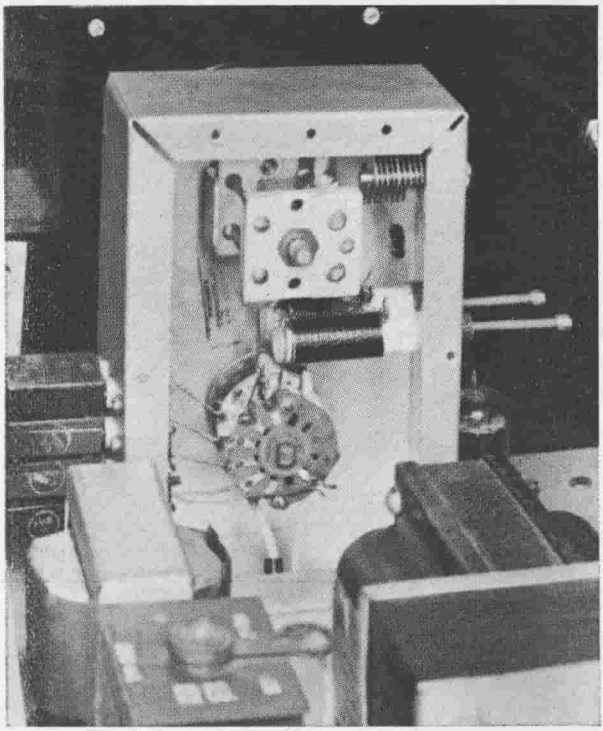


Figura 9.
L'OSCILLATORE A FREQUENZA VARIABILE PER IL TRASMETTITORE A VHF VISTO INTERNAMENTE

Sulla parete frontale in alto della custodia dell'oscillatore vi sono i due condensatori (comandati con lo stesso alberino dal pannello frontale), C_1A e C_1B di accordo della frequenza dell'oscillatore. A destra sono visibili i compensatori. Sotto di essi vi sono le bobine, munite di nuclei di regolazione (sporgenti fuori della custodia, a destra). Il commutatore di banda S_1A - S_1B è posto più in basso sul pannello frontale. Sulla parete di sinistra della custodia dell'oscillatore sono visibili i quattro quarzi montati sui loro zoccoli. I due collegamenti (di griglia e di catodo) che dal circuito dell'oscillatore vanno al tubo oscillatore V_1 passano attraverso un gommino, situato sul piano del telaio. Dopo aver completato l'allineamento, si porrà sulla vite di ogni nucleo di regolazione delle bobine una goccia di vernice per evitare che, per effetto di eventuali vibrazioni o urti, i nuclei stessi possano spostarsi. Si noti che la parete posteriore della custodia dell'oscillatore viene avvitata mediante ben otto viti metalliche, che hanno lo scopo di assicurare una maggiore robustezza alla custodia stessa. Davanti a questa custodia può essere visto lo zoccolo del tubo oscillatore. Esso è parzialmente coperto dal rettificatore al selenio.

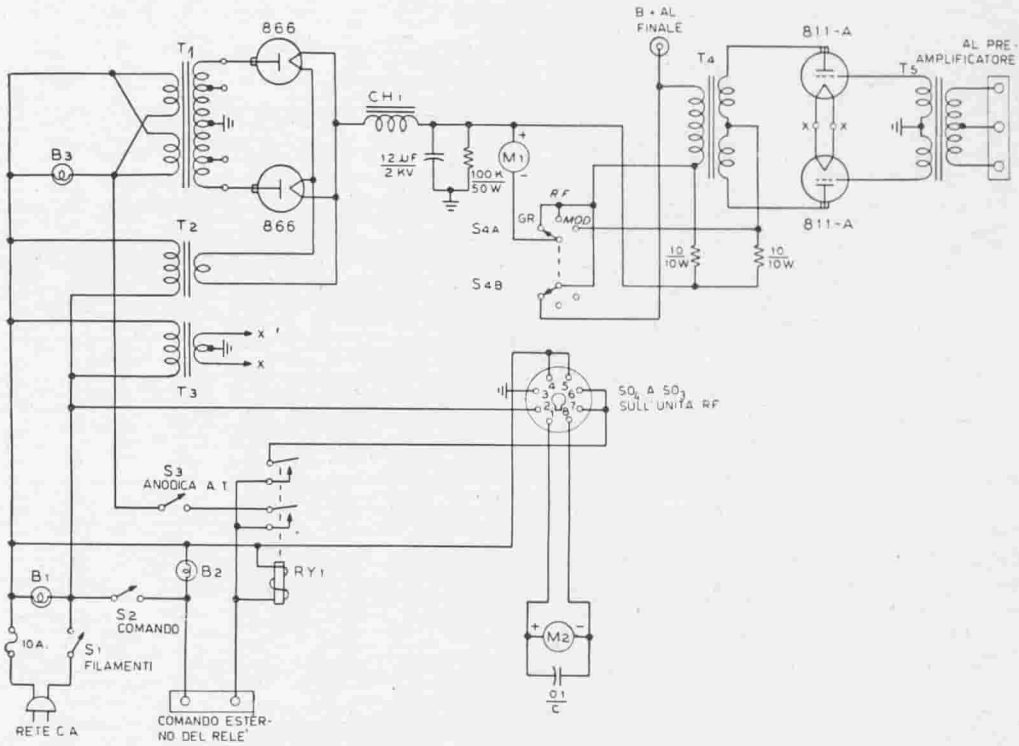


Figura 10.
SCHEMA ELETTRICO DELL'UNITA' ALIMENTATRICE E MODULATRICE

T_1 - Trasformatore di alimentazione ad alta tensione. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 1775 - 1500 - 0 - 1500 - 1775 V - 625 mA con primario suddiviso per collegamento in parallelo o in serie (per ottenere la tensione di alimentazione ridotta).

T_2 - Trasformatore di alimentazione per i filamenti di tubi rettificatori. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 2,5 V - 10 A - con isolamento a 10 kV.

T_3 - Trasformatore di alimentazione per i filamenti dei tubi. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 6,3 V - 10 A.

T_4 - Trasformatore di modulazione da 300 W. Impedenza al primario 12 kΩ. Impedenza al secondario 6 kΩ.

T_5 - Trasformatore pilota.

RY_1 - Relè a doppia chiusura, con contatti per 10 A. Tensione di eccitazione uguale alla tensione di rete.

M_1 - Milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.

M_2 - Milliamperometro a corrente continua da 100 mA fondo-scala.

S_4A - B - Commutatore ad alta tensione 2 vie - 3 posizioni. (Può essere tolto dal circuito di accordo di antenna di un apparato BC-306 A residuato di guerra).

CH_1 - Impedenza fluttuante 2 ÷ 16 H - 500 mA (Stancor C-1405).

B_1 - B_2 - B_3 - Lampadine spia a tensione di rete.

SO_4 - Zoccolo octal a 8 piedini.

mA fondo-scala) misura la corrente anodica del modulatore e dell'amplificatore finale a radiofrequenza.

Questo strumento è inserito direttamente nel circuito ad alta tensione, per cui deve essere del tipo con custodia di bakelite e deve avere un comando di azzeramento dell'indice adeguatamente isolato.

Costruzione del trasmettitore

Nelle Figg. 4, 5 e 6 è visibile la sistemazione generale della parte a radiofrequenza del trasmettitore.

La base è costituita da un telaio di alluminio avente le dimensioni di cm 33 × 43 × 7,5, fissato in maniera molto robusta od un pannello avente larghezza normalizzata (19 pollici, ossia 48,5 cm) la cui altezza è di 31 cm.

Il comparto schermato, entro il quale viene montato l'oscillatore a frequenza variabile, ha le dimensioni di cm 5,1 × 10,2 × 15,3.

Il comparto del circuito di griglia dello stadio 9903/5894 è di cm 7,6 × 10,2 × 12,7, mentre lo stadio triplicatore di frequenza a 144 MHz è contenuto in una custodia di alluminio avente le dimensioni di cm 5,1 × 7,6 × 8,9.

Lo stadio finale a radiofrequenza con tubi 826 in controfase è racchiuso dentro una custodia di alluminio, a forma di scatola, avente le dimensioni di cm 15,2 × 17,8 × 30,4. Questa custodia verrà montata ad una certa distanza dal telaio, sostenendola mediante distanziatori metallici alti 12 mm. Bisogna fare in modo che mediante la relativa vite ciascun angolo di questa custodia sia in buon contatto elettrico con la massa del telaio.

Il sistema di innesto dello stadio triplicatore di frequenza è costituito da due zoccoli per tubo (SO-1 e SO-2) disposti parallelamente all'alberino che comanda il condensatore C_6 di accordo di griglia dello stadio separatore.

Nella Fig. 5 sono visibili gli zoccoli speciali, con la spina di inserzione a 50 MHz (PL-3) innestata in SO-1.

Lo zoccolo per il tubo separatore 9903/5894 è montato sulla sommità del comparto schermato del circuito di griglia, con i terminali di anodo che sporgono fuori da opportuni fori eseguiti sul piano di fondo del comparto e del telaio (naturalmente questi fori debbono combaciare). Sulla sommità della scatola che contiene il tubo sono eseguiti fori di ventilazione.

La bobina di griglia L_8 è dotata di spine a banana che si innestano su corrispondenti prese montate su una piastrina di polistirolo, a sua volta fissata sulla sommità della scatola.

I due zoccoli per i tubi 826 sono montati verso la parte anterio-

re del comparto schermato dell'amplificatore finale e sono distanziati rispetto al piano di fondo di questo comparto mediante distanziatori metallici.

Si sono avuti inconvenienti di scariche negli zoccoli durante occasionali picchi di modulazione troppo elevati. Per evitare il ripetersi di ciò, la parte dello zoccolo che contiene i due piedini di anodo è stata tagliata via e i contatti di tali due piedini sono stati fissati direttamente alle estremità delle striscie di rame L_{11a} e L_{11b} che costituiscono la linea del circuito anodico.

Per eseguire le incisioni nelle superfici superiore e inferiore dello zoccolo si userà il dorso di un seghetto da traforo. Dopo di ciò, con un colpetto di martello, lo zoccolo si romperà in corrispondenza alle incisioni eseguite su di esso.

I fori di ventilazione vanno eseguiti tanto nel piano di fondo del comparto schermato dell'amplificatore, quanto sul telaio (naturalmente debbono corrispondersi fra loro). Nel telaio tali fori verranno protetti con una reticella metallica, allo scopo di evitare che attraverso di essi si abbia fuga di energia spuria a radiofrequenza.

Le due strisce di alluminio, larghe 28,6 mm, che costituiscono il circuito accordato a 144 MHz sono sostenute, dalla parte dell'estremità collegata al B +, da due robusti isolatori ceramici. Altri due isolatori della stessa altezza servono per sostenere il condensatore variabile a farfalla, che così risulterà anch'esso sollevato rispetto al piano di fondo del comparto schermato dell'amplificatore.

Il collegamento fra i terminali degli statori del condensatore variabile a farfalla e le due strisce di alluminio che costituiscono la linea anodica verrà eseguito mediante piccole strisce di rame.

La bobina per 50 MHz e il ponticello asportabile di cortorcuito sulla linea anodica verranno montati alla estremità B+ di questo gruppo.

Il rotore del condensatore variabile a farfalla rimane isolato e viene comandato dal pannello frontale mediante un alberino di materiale isolante.

I condensatori di neutralizzazione C_{11} e C_{12} sono montati su un pezzo di polistirolo a forma di triangolo. (Invece di polistirolo si può usare qualsiasi altro materiale isolante). Essi vengono posti fra gli zoccoli dei tubi. Nella Fig. 13 è chiaramente visibile la costruzione di questi condensatori.

La « bobina » del secondario di antenna a 144 MHz è costituita da un'ansa piegata ad U montata vicino alla linea anodica, mentre la bobina di accoppiamento per 50 MHz è inserita fra le spire della bobina anodica L_{12}.

La bobina di neutralizzazione

L_{14} (di una sola spira) è posta vicino ad una estremità della bobina L_{12}, come può essere visto dalla fotografia di Fig. 5.

Dalla Fig. 6 può essere rilevata la disposizione da dare ai principali componenti posti sotto il telaio.

Il circuito a linea accordata

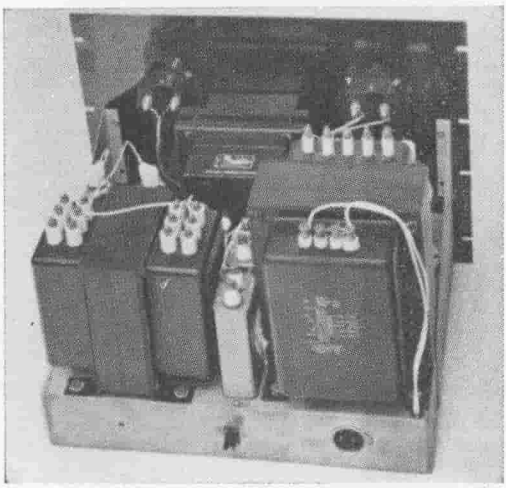


Figura 11.
IL TELAIO DELL'ALIMENTATORE VISTO POSTERIORMENTE

L'alimentatore è costruito su un telaio in ferro. Verso il bordo posteriore del telaio (e quindi in primo piano in questa fotografia) vi sono il trasformatore di alimentazione e il trasformatore di modulazione. Per costituire una adeguato serbatoio, che possa sopperire alle punte di corrente anodica assorbita dal modulatore, vengono montati, come condensatore di uscita del filtro dell'alimentatore ad alta tensione, 3 condensatori da 4 μF - 2000 V. Uno di questi condensatori è stato montato sotto il telaio.
Per l'uscita della tensione anodica di alimentazione per lo stadio finale a radiofrequenza modulato si è usato un terminale ad alto isolamento, visibile al centro della parete posteriore del telaio.
I tubi modulatori sono montati fra il trasformatore di modulazione e il pannello frontale, mentre i tubi rettificatori sono montati fra il trasformatore di alimentazione e il pannello frontale.

$L_{9a\ b}$ va dai terminali di anodo del tubo separatore V_6 ai due isolatori ceramici montati sul piano di fondo del comparto schermato dell'amplificatore, seguendo un percorso a Z. La distanza fra i due conduttori della linea è tenuta costante. Le linee vengono sostenute, dalla parte del separatore, mediante due isolatori ceramici alti 25 mm.

Il condensatore C_7 di accordo del separatore è fissato al telaio nello spazio compreso fra le linee ed è comandato dal pannello frontale mediante un alberino di materiale isolante. Il rotore di questo condensatore non è collegato a massa, ma viene comandato dal pannello frontale mediante un alberino isolante.

Gli statori di C_7 sono collegati alle linee mediante piccole strisce di rame flessibili.

Qualsiasi sbilanciamento fra le correnti di griglia dei due tubi dell'amplificatore finale a radiofrequenza può venire corretto variando la posizione dei punti di attacco sulle linee, fino ad ottenere una corrente bilanciata sui due tubi.

Il campo di accordo del condensatore su 144 MHz risulterà meno ampio se si pongono i punti di attacco sulle linee più vicini al centro elettrico della linea.

Una lastra piegata a forma di L è sistemata attorno ai condensatori C_4 e C_5 dello stadio tripli-

Figura 12.
TABELLA DELLE BOBINE PER IL TRASMETTITORE
50/144 MHz

L_1 - (Bobina per 144 MHz) 36 spire filo smaltato ∅ 0,5 avvolte su supporto di 12,5 mm di diametro (Supporto Millen 69046).

L_2 - (Bobina per 50 MHz) 28 spire filo smaltato ∅ 0,5 avvolte su supporto di 12,5 mm di diametro (Supporto Millen 69046).

L_3 - 52 spire filo smaltato ∅ 0,3 avvolte su supporto di 12,5 mm di diametro (Supporto Millen 69046).

L_4 - 22 spire ∅ 0,2 con presa centrale, avvolte con diametro di 19 mm.

L_4 - 22 spire ∅ 1,2 con presa centrale, avvolte con diametro di 12,5 mm. Secondario di 1 spira isolata in cotone sterlingato.

L_6 - 2, 1/2 spire ∅ 1,2 con presa centrale, avvolte con diametro di 12,5 mm. Secondario di 1 spira isolata in cotone sterlingato.

L_7 - 7 spire ∅ 1,2 con presa centrale, avvolte con diametro 16 mm. Secondario di 1 spira isolata in cotone sterlingato.

L_8 - (per 50 MHz) 7 spire ∅ 3,2 con presa centrale, avvolte con diametro 19 mm. Secondario di 1 spira isolata in cotone sterlingato (per 144 MHz). Striscia di rame di mm 32,5 x 0,5 x 3 piegata ad U (vedi figura 7). Secondario di 1 spira isolata in cotone sterlingato, piegata in modo da infilarsi dentro L_8.

L_9A - B - 28 cm. di filo di rame ∅ 3,2 mm oppure di tubo di rame ∅ est. 3,2 mm, più 7,5 cm di striscia di rame flessibile larga 12 mm (collegamento di griglia), più 19 mm di striscia di rame flessibile (collegamento di anodo). Regolare la distanza fra le linee in modo da portare il circuito in risonanza (vedi la figura 6 per il montaggio).

L_{10} - 5 spire filo smaltato ∅ 1,6 mm avvolte con diametro di 19 mm. Regolare la distanza fra le spire in modo da ottenere la risonanza su 50 MHz con il condensatore C_7 alla massima capacità.

L_{11}A - B - 25 cm di striscia di alluminio dello spessore di 3,2 mm e larga 28,6 mm, distanziate di 84,5 mm fra centro e centro. Il ponticello di cortocircuito è costruito con lo stesso materiale ed è fissato a 17,5 cm dal terminale dell'anodo (distanza valutata sul centro del ponticello). Le prese degli anodi sostate tolte allo zoccolo e sono collegate alle estremità delle linee (vedi Fig. 5).

L_{12} - (Bobina per 50 MHz) 6 spire filo rame smaltato ∅ 3,2 mm, oppure tubo di rame ∅ est. 3,2 mm avvolte con diametro 32 mm. Distanziare le spire in modo da ottenere la risonanza su 50 MHz con il condensatore C_8 posto quasi alla massima capacità.

L_{13} - 48,5 cm filo di rame smaltato ∅ 2 mm piegato ad U in modo da formare un'ansa di cm 13 x 5, con 9 cm di collegamento. Porre sotto le linee L_{11}A - B.

L_{14} - 1 spira filo altissimo isolamento (10 kV) avvolta con diametro 5 cm.

L_{15} - 1 spira filo rame smaltato ∅ 1,3 mm avvolta con diametro 12,5 mm spostabile mediante una leva isolata. Porla al centro di L_{10}.

L_{16} - Spire 2, filo altissimo isolamento (10 kV). Avvolte con diametro 32 mm.

catore di frequenza e serve a schermare gli stadi a bassa potenza dalle linee anodiche dello stadio separatore.

La schermatura dello spazio sotto il telaio verrà completata avvitando, sul fondo del telaio stesso, la lastra metallica di chiusura.

La parte alimentatrice a bassa tensione occupa l'angolo posteriore destro del telaio a radiofrequenza del trasmettitore.

Sul piano superiore del telaio (Fig. 4) sono montati i diodi rettificatori a media tensione (D_1, D_2, D_3, D_4), mentre sotto il telaio vanno montati i diodi dell'alimentatore che fornisce la tensione ne-

gativa di polarizzazione di griglia.

Nella Fig. 9 è visibile l'interno del comparto che racchiude l'oscillatore a frequenza variabile.

Le due bobine oscillatrici sono montate sulla parete laterale della scatola, opposta a quella sulla quale sono montati gli zoccoli dei quattro quarzi. I compensatori sono montati superiormente alle bobine. I collegamenti che vanno alla griglia e al catodo del tubo oscillatore V_1 passano attraverso un gommino inserito nel piano di fondo della scatola.

Il telaio dell'unità alimentatrice e modulatrice

L'alimentatore-modulatore è montato su un telaio in ferro avente le dimensioni di cm $33 \times 43 \times 7{,}5$, visibile in Fig. 11.

Il modulatore e i tubi rettificatori sono sistemati vicino al pannello frontale dell'unità, mentre verso il retro del telaio sono montati il trasformatore di modulazione e il trasformatore di alimentazione.

L'impedenza « fluttuante » è posta fra i tubi, al centro del telaio, verso il pannello frontale.

Sotto il telaio verranno montati i componenti più piccoli.

L'applicazione dell'alta tensione al trasmettitore avviene mediante il relè RY_1, inserito sul primario del trasformatore e comandato dal commutatore S_2 oppure da un altro circuito esterno di comando del relè stesso.

Messa a punto del trasmettitore

Con l'aiuto di un oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter) si può eseguire la taratura preliminare dei circuiti accordati del trasmettitore, regolandoli sul loro campo di frequenze di lavoro.

Si inseriranno nei loro zoccoli tutti i tubi amplificatori a radiofrequenza.

Si tara la bobina L_3 su 8,5 MHz e il circuito C_2-L_4 su 17 MHz (con il condensatore C_2 posto circa a metà capacità).

Si regola il compensatore da 7 $\mu\mu$F posto in parallelo ad L_5 in modo da far risuonare su 50 MHz il circuito anodico del primo stadio triplicatore di frequenza, con il condensatore C_3 posto circa a metà capacità. Ponendo sullo zoccolo SO-1 la spina PL-1 con la bobina a 50 MHz si tara il circuito C_5-L_7 in modo da farlo risuonare su 50 MHz.

Si regolano a questo punto le bobine di griglia dello stadio separatore su tale frequenza.

Il passo successivo consiste nell'accordare il circuito anodico dello stadio separatore.

Si collega la bobina L_{10} alla linea di trasmissione a circa 5 cm di distanza dai terminali a passante posti sul comparto schermato dell'amplificatore e si inse-

risce il condensatore C_7 sulla linea, circa 2,5 cm più vicino al tubo separatore, rispetto alla bobina, ossia a 7,5 cm di distanza dai terminali a passante.

Si può modificare la frequenza di risonanza delle linee modificando la lunghezza dei collegamenti flessibili con gli anodi del tubo separatore, oppure variando la distanza fra le due linee o infine variando la distanza fra le linee e il telaio.

Il campo di accordo di C_7 può essere variato modificando la posizione del punto di attacco sulle linee.

La bobina L_{10} verrà posta sul punto « freddo » della linea, che può essere individuato toccando la linea mediante una asticciola isolante con un contatto metallico in cima, durante il funzionamento del trasmettitore. La bobina va posta su un punto della linea sul quale si ha la minore scintilla quando il trasmettitore funziona su 144 MHz.

Mediante la misura della corrente di griglia dell'amplificatore si può eseguire la neutralizzazione dello stadio. Dapprima si neutralizza il trasmettitore su 144 MHz mediante la regolazione dei condensatori C_{11} e C_{12}. Per eseguire questa operazione si interrompe il collegamento B+.

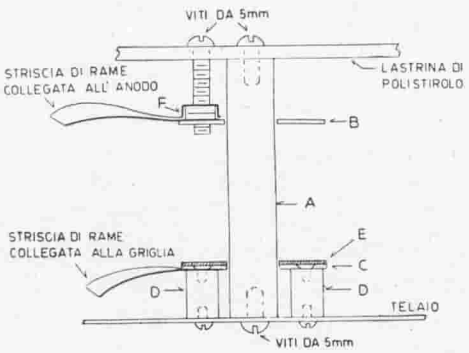
Dopo di ciò si pone su 50 MHz la frequenza di funzionamento e si regolano le bobine di neutralizzazione L_{14} e L_{15} in modo da ottenere una completa neutralizzazione sulla banda dei 6 metri.

Successivamente si ritocca ancora la neutralizzazione su 144 MHz. Sulla freguenza di 144 MHz le bobine di neutralizzazione hanno un'influenza molto piccola, dato che il ponticello di cortocircuito esclude efficacemente le bobine L_{12} e L_{14} dal circuito. Invece la regolazione dei condensatori di neutralizzazione si ripercuote sulla posizione da dare alle bobine di neutralizzazione a 50 MHz, per cui la regolazione di queste ultime deve essere ritoccata tutte le volte che siano stati modificati i valori di capacità di neutralizzazione C_{11} e C_{12}.

A questo punto si applica all'amplificatore una tensione di alimentazione anodica ridotta e si inserisce all'uscita di antenna un carico opportuno. Si regolano i secondari delle bobine L_5, L_6, L_7 e L_8 in modo da ottenere la massima eccitazione di griglia.

Si deve preferire un accoppiamento lasco ad un accoppiamento stretto, dato che un eventuale sovraccoppiamento, oltre a far diminuire l'eccitazione applicata all'amplificatore di potenza, determina un « doppio accordo » dello stadio.

La corrente anodica dello stadio separatore si deve aggirare intorno a 100 mA e ogni tubo amplificatore deve sviluppare una



A = ISOLATORE CERAMICO ALTO 5cm. E DI 10mm DI ϕ FILETTATO AD AMBEDUE LE ESTREMITÀ PER VITI DA 5mm.

B,C = DISCHI DI OTTONE CON FORO CENTRALE ADATTO ALL'ISOLATORE CERAMICO; IL DISCO INFERIORE È SOSTENUTO DA ISOLATORI CERAMICI ALTI 10mm. USARE VITI A TESTA SVASATA.

D = ISOLATORI CERAMICI ALTI 10mm.

E = DISCO DI 28,6mm. DI DIAMETRO COSTRUITO CON DUE STRATI DI TEFLON DI 3mm. DI SPESSORE FISSATI SU C MEDIANTE NASTRO CELLOPHANE.

F = DUE DADI DA 5mm. POSTI SOTTO LA STRISCIA LA STRISCIA E I DADI VENGONO SALDATI SUL DISCO DI OTTONE IL FORO SUL DISCO È PASSANTE PER LA VITE DA 5mm.

Figura 13.
COSTRUZIONE DEL CONDENSATORE DI NEUTRALIZZAZIONE PER LO STADIO CON TUBI 326

Sono necessari due condensatori (C_{11} e C_{12}). I condensatori hanno una piastra superiore di polistirolo o di altro buon materiale isolante a VHF. La piastra è sostenuta da due isolatori ceramici che costituiscono il sostegno principale dei condensatori. Le armature dei condensatori di neutralizzazione consistono di dischi di ottone. Il disco di griglia è sostenuto da isolatori ceramici bassi, mentre il disco di anodo è sostenuto da una piastrina di polistirolo, mediante viti da 5 mm. Entrambe le armature (dischi) hanno un foro centrale a misura per l'isolatore ceramico. Il collegamento dell'anodo e i due dadi da 5 mm sono saldati alla armatura superiore. Le viti di sostegno attraversano questo gruppo e vanno a fori passanti eseguiti nella piastra isolante. Dopo che i condensatori siano stati regolati, le armature superiori verranno incollate allo isolatore ceramico centrale mediante nastro adesivo trasparente, per evitare che possano spostarsi.

corrente di griglia di circa 35 mA.

Il secondario di antenna per 144 MHz viene regolato variando la lunghezza dell'ansa e la sua posizione rispetto alle linee anodiche. Esso è montato sotto le linee, a distanza di circa 19 mm rispetto ad esse.

Il controllo « fine » del carico di antenna può essere eseguito mediante i condensatori di carico C_9 e C_{10}.

Nel funzionamento di fonia l'amplificatore può essere caricato fino ad una corrente anodica di 200 mA mentre nel funzionamento in grafia può essere caricato fino a 250 mA.

A 144 MHz il rendimento complessivo dell'amplificatore risulta superiore al 50%, in quanto esso sviluppa una potenza di 160 W su un carico equivalente all'antenna, con una potenza di alimentazione anodica di 300 W. A 50 MHz il rendimento complessivo dell'amplificatore risulta ancora maggiore (superiore al 60%).

La corrente anodica del modulatore si aggira su 150 mA sui picchi corrispondenti al 100% di modulazione dell'amplificatore a radiofrequenza.

6-2 Trasmettitore De-Luxe per il campo di frequenza 3,5 ÷ 29,7 MHz

In questo paragrafo viene descritto un trasmettitore per fonia/grafia che può funzionare sulle bande di lunghezza d'onda di 80,

40, 20, 15, 10 metri, assegnate ai radiodilettanti.

Il trasmettitore assorbe, in telegrafia, 500 W di alimentazione anodica mentre in telefonia ne assorbe 375. Esso viene montato su due piccoli sostegni per pannelli normalizzati, visibili in Fig. 14.

La parte a radiofrequenza del trasmettitore è progettata in modo da non generare praticamente alcuna interferenza televisiva. Inoltre, nel trasmettitore sono attuati i più moderni accorgimenti della tecnica dei trasmettitori radiodilettantistici, come il taglio dei picchi di modulazione, l'eliminazione dei colpi di manipolazione telegrafica e il funzionamento in semiduplex automatico.

La frequenza di funzionamento del trasmettitore viene generata

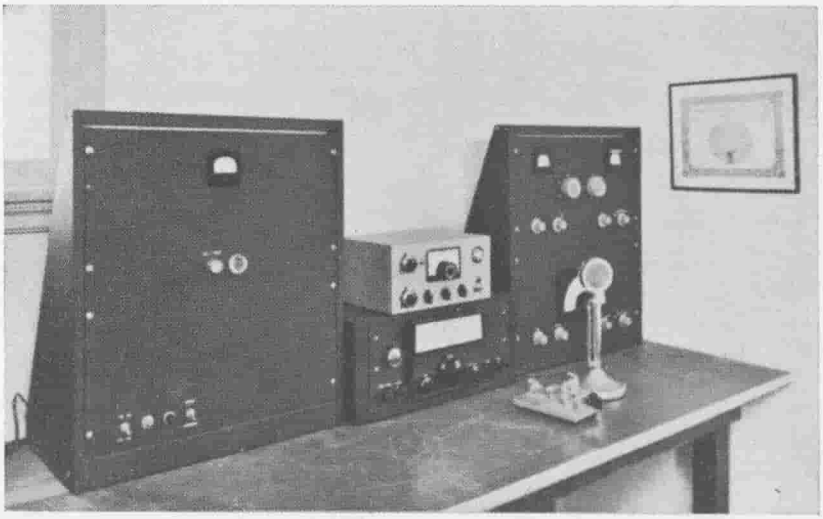


Figura 14.
STAZIONE DE-LUXE PER RADIODILETTANTI

La frequenza di questo trasmettitore è controllata mediante oscillatore a frequenza variabile. Esso copre le bande di frequenza fra 3,5 e 30 MHz e può funzionare in fonia e grafia. Può assorbire fino a 500 W di potenza di alimentazione anodica. Questo compatto trasmettitore, che può funzionare su tutte le bande di frequenza ad onde corte, impiega un tetrodo 7094 come amplicatore finale di potenza con circuito di uscita a π. Esso è modulato da una coppia di tubi 811A funzionanti in Classe B. Nella trasmissione in grafia viene usato un circuito di manipolazione telegrafica che non dà colpi di manipolazione e che consente il funzionamento in semiduplex automatico. Nella trasmissione in fonia è usato un circuito per la limitazione e per il taglio dei picchi di modulazione. Nell'intelaiatura di sostegno per pannelli normalizzati, posta a sinistra, vi sono il modulatore e l'alimentatore, mentre in quella di destra vi è tutta la parte a radiofrequenza del trasmettitore. L'oscillatore a frequenza variabile è ad alta stabilità di frequenza e assicura quindi una frequenza di funzionamento esente da spostamenti. Il trasmettitore è progettato in modo da irradiare un basso livello di segnali a frequenza armonica e virtualmente non genera alcuna interferenza alle ricezioni televisive.

da un oscillatore a frequenza variabile, di alta stabilità, la cui scala è graduata direttamente sulle varie bande. La commutazione di banda è molto facile e richiede un tempo di pochi secondi.

Circuito del trasmettitore Nella Fig. 15 è riportato lo schema a blocchi del trasmettitore.

In questo apparato sono impiegati diciannove tubi. Di essi, sette sono nella parte a radiofrequenza, sei nella parte ad audiofrequenza e sei nella parte alimentatrice. Come stadio amplificatore finale a radiofrequenza è impiegato il tubo RCA 7094. Questo tubo ha dimensioni fisiche molto ridotte, è molto robusto ed ha una forte amplificazione di potenza. Esso può essere fatto funzionare a piena alimentazione fino a 60 MHz ed ha una dissipazione anodica massima di 125 W. È dotato di un tri-

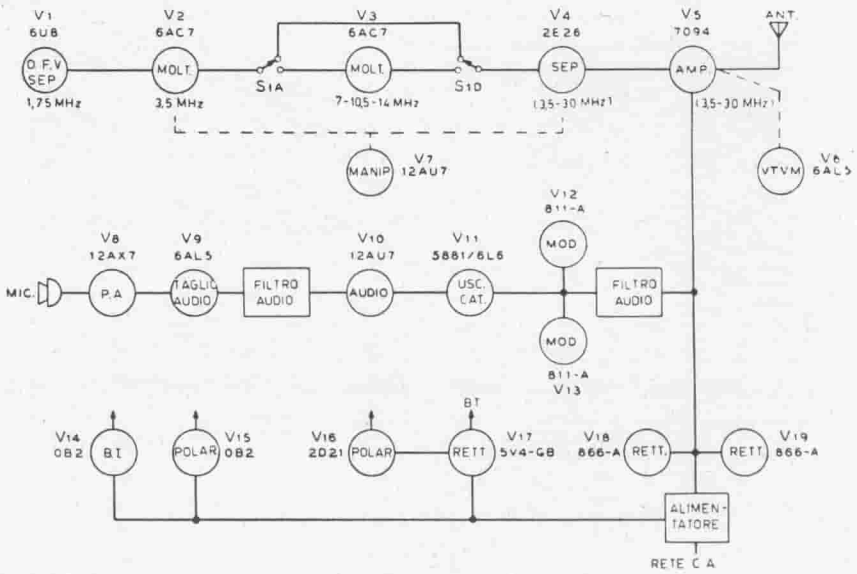


Figura 15.
SCHEMA A BLOCCHI DEL TRASMETTITORE DA 500 W SU TUTTE LE BANDE

La sezione a radiofrequenza impiega un eccitatore a commutazione di banda per la copertura delle bande a 80, 40, 20, 15 e 10 metri di lunghezza d'onda. L'oscillatore a frequenza variabile funziona intorno a 1,7 MHz, in modo da ottenere il minimo accoppiamento con il segnale di uscita del trasmettitore quindi la massima stabilità di frequenza. L'accordo dell'amplificatore e del circuito di carico di antenna vengono facilitati da un voltmetro elettronico con tubo 6AL5 posto sull'uscita dello stadio amplificatore. La modulazione in fonia risulta chiara e priva di bande laterali spurie, per effetto di un circuito di taglio a basso livello e di un altro circuito di filtro ad audiofrequenza, ad alto livello. Un unico alimentatore ad alta tensione fornisce contemporaneamente la tensione di alimentazione anodica al modulatore e allo stadio finale a radiofrequenza del trasmettitore.

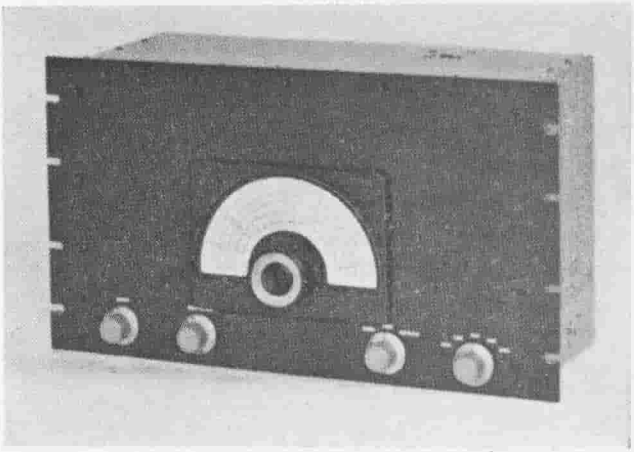


Figura 16.
L'UNITA' OSCILLATRICE A FREQUENZA VARIABILE E ECCITATRICE CONTIENE TUTTI I PIU' IMPORTANTI COMANDI PER IL FUNZIONAMENTO DELLA STAZIONE

Gli stadi a radiofrequenza a basso livello sono montati su un telaio di alluminio avente le dimensioni di cm 20 x 43 x 5. A sinistra vi è il potenziometro R_3 per la regolazione del tempo di disattivazione del circuito di manipolazione telegrafica. Da sinistra a destra, allineati con esso, vi sono il potenziometro R_1 di regolazione dell'eccitazione, l'interruttore di comando S_2 e il commutatore di banda S_1. La scala della manopola dell'oscillatore a frequenza variabile è posta al centro del pannello. La presa di uscita P_1 è montata su una piastrina di polistirolo posta sul piano superiore della custodia, verso destra. La schermatura della custodia è ottenuta mediante l'impiego di lastre di alluminio forate.

plice collegamento di griglia schermo nello zoccolo, cosa che facilita un efficace collegamento della griglia schermo a massa (ai fini della radiofrequenza).

Il tubo RCA 7094 è dotato di un grande anodo con alette di radiazione, che ne tengono bassa la temperatura. Le piccole dimensioni di questo tubo rendono possibile ottenere un ottimo rendimento alle frequenze più alte della gamma delle onde corte.

Il tubo 7094 richiede una modesta potenza di eccitazione e può venire eccitato da un eccitatore a varie bande di frequenza, avente potenza di uscita relativamente modesta.

L'oscillatore a frequenza variabile e gli altri stadi dell'eccitatore sono costruiti su un telaio apposito, illustrato dalle Figg. 16, 18, 19 e 20. Nella Fig. 17 è riportato lo schema elettrico completo di questa parte dell'apparato.

L'oscillatore a frequenza variabile copre il campo di frequenze fra 1,75 MHz e 1,85 MHz e consente la copertura di tutte le bande di frequenza dilettantistiche, eccettuata una piccola porzione della parte a frequenza più alta della banda a 28 MHz e della par-

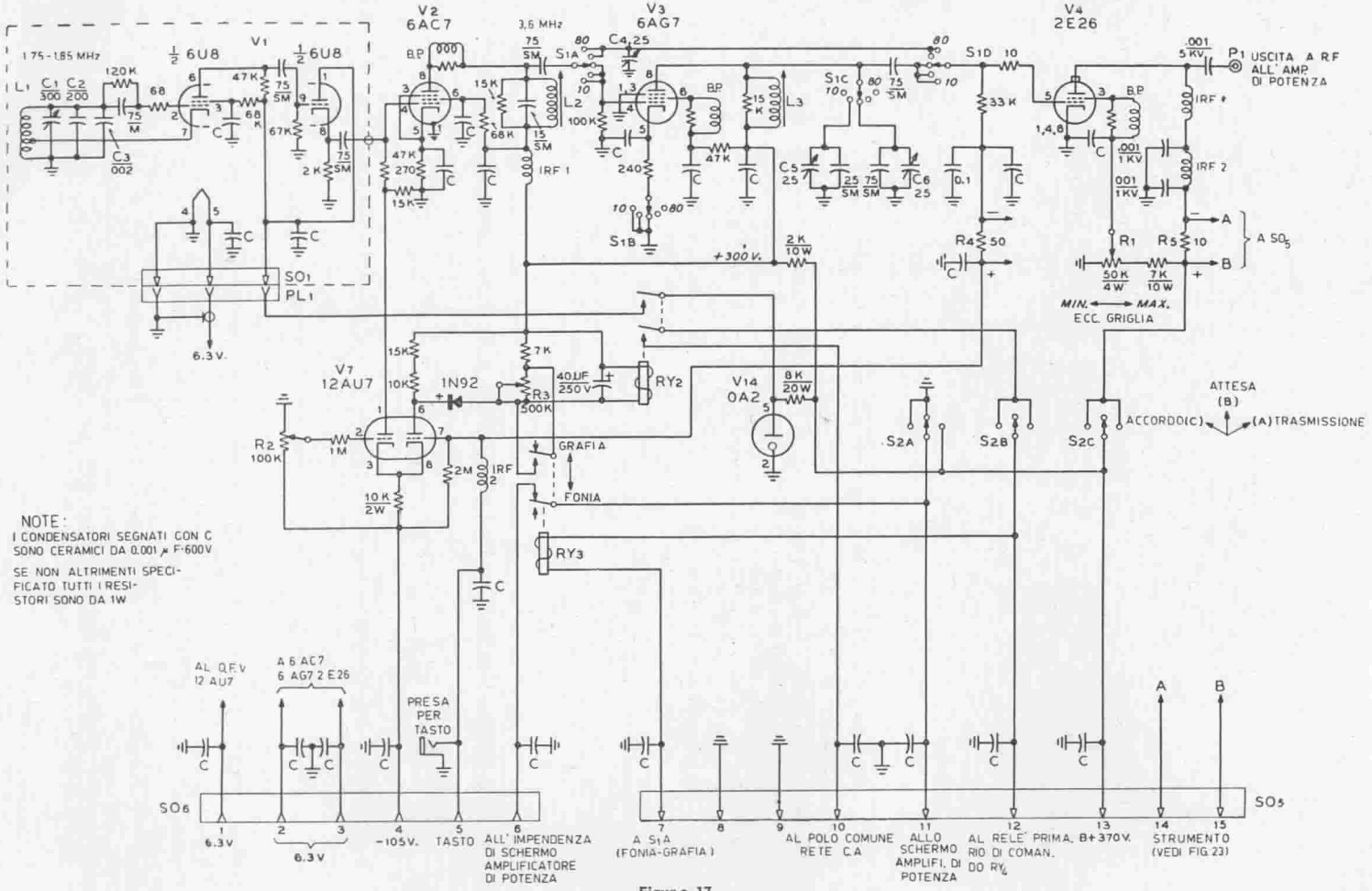


Figura 17.

SCHEMA ELETTRICO DELL'ECCITATORE DEL TRASMETTITORE PER TUTTE LE BANDE

C_1 - Condensatore variabile da 300 μμF.

C_2 - Condensatore a mica argentata, da 300 μμF. (Variarne la capacità per ottenere la desiderata copertura di frequenza).

C_3 - Condensatore di alta stabilità e alta precisione, da 2000 μμF. Precisione 1%. Coefficiente di temperatura: 0 ± 10.10-6x °C (Centralab 950 - 202).

C_4 - C_5 - C_6 - Compensatori ceramici miniatura da 25 μμF.

L_4 - 19 spire filo smaltato ∅ 0,8 con presa alla 5ª spira dal terminale di massa. Avvolta su supporto ceramico di mm. 19 di diametro e 25 mm. di altezza. Le spire sono distanziate l'una dall'altra di 0,32 mm (avvolgerle interponendo un filo smaltato ∅ 0,32, che poi verrà tolto). (Supporto National XR-62).

L_2 - 30 spire filo ∅ 0,25 doppia copertura seta, avvolte su supporto di 12,5 mm di diametro, con 12,5 mm di altezza (Supporto National XR-50).

L_3 - 21 spire filo smaltato ∅ 0,65 avvolte su supporto di 12,5 mm di diametro con 12,5 mm di altezza. (Supporto National XR-50).

S_1A - B - C - Commutatore a 2 vie - 6 posizioni con manopola indicatrice. (Centralab PA-301).

S_2A - B - C - Commutatore a rotazione a 3 vie - 3 posizioni.

RY_2 - Relé a due chiusure con bobina di eccitazione da 7000 Ω per corrente continua.

RY_3 - Relé a due commutazioni con bobina di eccitazione adatta alla tensione di rete a c.a.

BP - Bobina di blocco delle oscillazioni parassite. 3 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte su un resistore ad impasto da 52 Ω - 1 W.

IRF_1 - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH. (National R-100).

IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza per V.H.F. (Ohmite Z-144).

te a frequenza più alta della banda degli 80 metri. Qualora interessi la copertura di queste piccole porzioni di banda si può agire sulla regolazione dei relativi compensatori.

L'oscillatore a frequenza variabile consiste di un tubo 6V8 (triodo-pentodo) (V_1) funzionante come oscillatore a « catodo caldo », seguito da un triodo funzionante ad uscita catodica. Nel circuito risonante dell'oscillatore a frequenza variabile è impiegato un valore di capacità molto alta, allo scopo di rendere possibile il raggiungi-

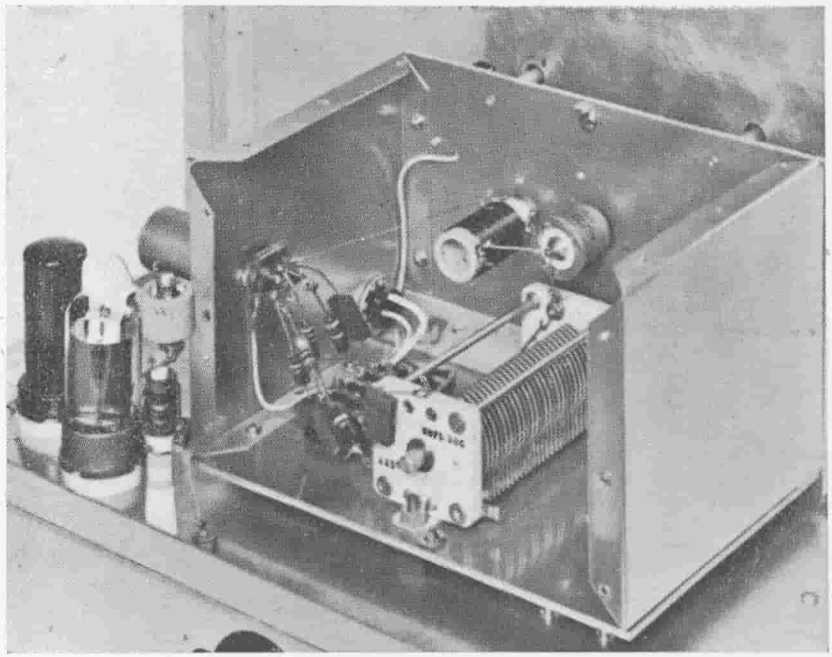


Figura 18.
L'INTERNO DELL'OSCILLATORE A FREQUENZA VARIABILE

Da questa foto può essere rilevata la disposizione da dare ai vari componenti. L'oscillatore a frequenza variabile è montato su due lastre di alluminio di 3 mm di spessore una delle quali costituisce la base della custodia dell'oscillatore, mentre l'altra ne costituisce il pannello anteriore. La bobina L_1 e i compensatori sono montati sul pannello anteriore, mentre il condensatore variabile di accordo è fissato alla base. Il tubo oscillatore V_1 è montato con il bulbo fuori dalla custodia dell'oscillatore a frequenza variabile, in modo da evitare che il calore da esso generato modifichi la frequenza dell'oscillatore stesso. La custodia dell'oscillatore a frequenza variabile va fissata al telaio principale dell'eccitatore mediante supporti antivibranti in gomma. La manopola con la scala di taratura dell'oscillatore è montata direttamente sul pannello anteriore della custodia dell'oscillatore stesso e passa attraverso un foro eseguito sul pannello frontale dell'eccitatore, senza toccare quest'ultimo in nessun punto. A sinistra vi sono i tubi 6AG7 e 2E26. In primo piano sono visibili la impedenza anodica per il tubo 2E26 e il condensatore di accoppiamento a 5 kV.

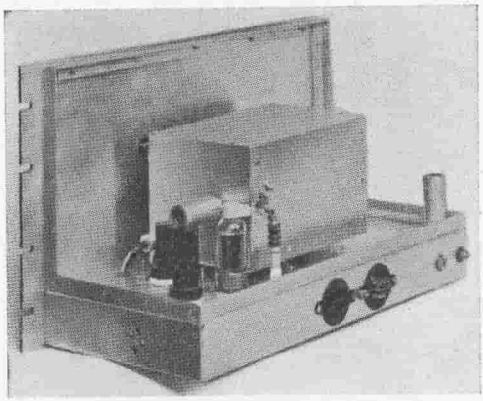


Figura 19.
L'UNITA' ECCITATRICE VISTA POSTERIORMENTE

I tubi moltiplicatori di frequenza sono in primo piano. Sul lato sinistro del telaio sono visibili i fori di regolazione per i compensatori dello stadio moltiplicatore.
Attorno al telaio e sul pannello frontale sono sistemati pezzi di angolare ad L di alluminio, di opportuna lunghezza, ai quali verrà ancorata la custodia dell'eccitatore fatta di lastra di alluminio forata.
Nell'angolo posteriore, a destra è visibile il tubo V_7 di manipolazione telegrafica. Sotto questo tubo sono visibili, fissati alla parete posteriore del telaio, il potenziometro R_2 e una presa ausiliaria a jack per il tasto.
Il condensatore di blocco sul circuito anodico del tubo 2E26 verrà collegato alla spina a banana, montata sul piano superiore della custodia, mediante un collegamento il più corto possibile.

mento di un alto grado di stabilità.

La parte preponderante della capacità di accordo del circuito dell'oscillatore a frequenza variabile consiste di un condensatore (C_3) di precisione, ceramico da 2000 $\mu\mu$F. La bobina L_1 è avvolta su un supporto ceramico avente un coefficiente di temperatura estremamente basso.

Lo stadio ad uscita catodica fornisce un eccellente isolamento per il circuito dell'oscillatore, dato che esercita sul circuito anodico dell'oscillatore un carico trascurabile.

La Fig. 18 mostra la disposizione meccanica dei principali componenti dell'oscillatore.

Il circuito è montato su una lastra di base realizzata in alluminio di 3 mm di spessore, fissata ad un piccolo pannello dello stesso materiale. Le pareti laterali, la parete posteriore e il piano superiore sono costruiti con lastre di alluminio di spessore minore.

L'unità completa verrà montata su supporti antivibranti in gomma del tipo miniatura, che la tengono elasticamente fissata sul telaio.

La manopola dell'oscillatore a frequenza variabile è fissata rigidamente al pannellino frontale dell'oscillatore e non deve toccare in nessun punto il pannello frontale dell'eccitatore. Con questo sistema, gli organi dell'oscillatore che ne determinano la frequenza di funzionamento risultano protetti dagli urti accidentali e dalle vibrazioni che possono esistere sul resto dell'apparato e che potrebbero provocare una piccola modulazione di frequenza del trasmettitore.

La tensione a radiofrequenza fornita dal tubo ad uscita catodica si aggira su circa 5 V efficaci.

Negli stadi moltiplicatori di fre-

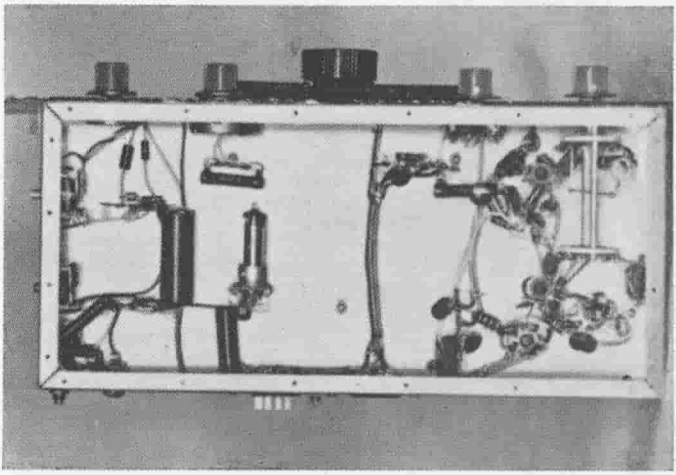


Figura 20.
IL TELAIO DELL'ECCITATORE VISTO DAL BASSO

Tutti i collegamenti di alimentazione sono eseguiti in cavetto schermato, collegato alla massa del telaio a opportuni intervalli. Il tubo stabilizzatore di tensione (V_{14}) è montato sotto il telaio su un piccolo squadretto di supporto. I relé RY_2 e RY_3 sono montati sulla parete sinistra del telaio (guardandolo dal pannello frontale), immediatamente dietro il potenziometro R_3 di regolazione del circuito di manipolazione, montato sul pannello frontale). I circuiti a radiofrequenza sono dalla parte opposta al telaio, raggruppati attorno al commutatore di banda S_1. I nuclei delle bobine L_2 e L_3 sono regolabili da sopra il telaio. Una lastra metallica copre il fondo del telaio per ridurre la radiazione di segnali spurii da parte dei circuiti a radiofrequenza.

quenza e pilota del trasmettitore sono impiegati tre tubi. Il primo tubo 6AC7 funziona come duplicatore di frequenza (V_2) e il suo circuito anodico, del tipo con accordo a permeabilità, è a risonanza larga. Nella esecuzione dell'accordo dell'eccitatore, questo circuito anodico viene portato alla risonanza su 3,6 MHz.

Lo stadio duplicatore di frequenza sviluppa una tensione di uscita sostanzialmente costante nel campo di frequenza fra 3,2 e 4 MHz. Lo stadio con tubo 2E26 (V_4) funziona come amplificatore sulla banda dei 3,5 MHz e come duplicatore di frequenza per la banda dei 7 MHz, pilotato direttamente dallo stadio separatore-duplicatore con tubo 6AC7.

Per il funzionamento su 20, 15 e 10 metri, il commutatore S_1D disconnette il tubo 2E26 dallo stadio 6AC7 e lo collega ad uno stadio ausiliario moltiplicatore di frequenza con tubo (V_3) del tipo 6AG7. Questo stadio moltiplicatore può funzionare come duplicatore, come triplicatore o come quadruplicatore di frequenza. Il suo circuito di uscita deve quindi

potersi accordare su 7 MHz, su 10,5 MHz e su 14 MHz.

La bobina L_3 nel circuito anodico del tubo 6AG7 risuona con le capacità residue, su 14 MHz. La sezione S_1C del comutatore di banda aggiunge delle capacità addizionali (C_5 e C_6) per fare risuonare questo circuito sulle frequenze di 10,5 MHz oppure 7 MHz.

Su 14 MHz, lo stadio 2E26 funziona come duplicatore e riceve il segnale di eccitazione dallo stadio 6AG7. Quando lo stadio 6AG7 è accordato su 10,5 MHz, il tubo 2E26 funziona come duplicatore di frequenza sulla banda di 21 MHz.

Per ottenere sull'uscita del tubo 2E26 il segnale a 28 MHz, esso deve ricevere un segnale a 14 MHz dallo stadio 6AG7 e in questo caso il tubo 2E26 funziona ancora come duplicatore di frequenza.

Circuiti di manipolazione e di comando

Nella Fig. 21 è riportato lo schema elettrico semplificato del circuito di manipolazione telegrafica e di comando dell'eccitatore.

Per il funzionamento in telegrafia è stato usato un circuito di manipolazione del tipo che normalmente viene impiegato per la telegrafia in semiduplex automatica. Questo circuito viene azio-

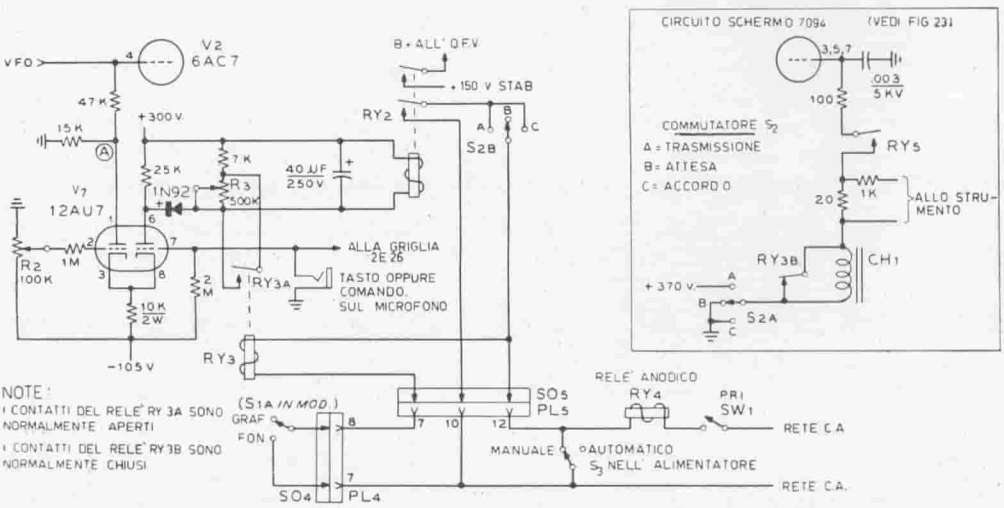


Figura 21.
CIRCUITI DI MANIPOLAZIONE TELEGRAFICA E DI COMANDO

Con questo semplice circuito si ottiene una manipolazione telegrafica senza colpi e adatta per il funzionamento in semi-duplex automatico. Per tutti i dettagli di funzionamento vedasi il testo.

nato unicamente dal tasto telegrafico del trasmettitore.

Appena il tasto viene premuto, il trasmettitore entra in funzione e può essere eseguita in maniera normale la manipolazione telegrafica.

Durante tutto il tempo in cui dura la manipolazione telegrafica, il circuito mantiene in funzione gli alimentatori del trasmettitore.

Quando il tasto viene rilasciato, il circuito di manipolazione fa cessare il funzionamento del trasmettitore, dopo qualche frazione di secondo. Pertanto, il trasmettitore rimane in funzione nell'intervallo fra le lettere e fra le parole, per passare alla posizione di « attesa » qualche tempo dopo aver cessata la manipolazione con il tasto.

Il tempo di disattivazione del trasmettitore può essere variato, per adeguarlo alla velocità di trasmissione dell'operatore.

Nel funzionamento in telefonia, il circuito di ritardo di disattivazione viene escluso; il circuito manipolatore e il circuito di comando dei relé vengono attivati direttamente dal pulsante « premere per trasmettere » posto sul microfono.

Mediante il commutatore « Manuale-Automatico » posto sul telaio dell'alimentatore, tutta la sequenza di funzionamento può venire eseguita manualmente invece che automaticamente.

Il commutatore S_2A « Trasmissione-Accordo-Attesa » esclude la tensione di alimentazione della griglia schermo dello stadio amplificatore finale durante l'esecuzione delle operazioni di accordo.

Riferendoci alla Fig. 21, la sequenza delle operazioni è la seguente:

1) Tasto alzato-commutatore S_2B nella posizione « Trasmissione ».

La sezione di destra del tubo manipolatore (V_7) risulta all'interdizione per effetto della polarizzazione negativa rispetto al catodo. Si regola il potenziometro R_2 per una corrente di 1 mA sul resistore da 15 kΩ che va a massa (— 15 V rispetto al telaio nel punto A). Il tubo 6AC7 (V_2) risulta interdetto.

2) Il tasto viene abbassato.

La sezione di destra del tubo manipolatore (V_7) conduce fortemente e la tensione di catodo aumenta rapidamente, interdicendo la sezione sinistra del tubo V_7 e togliendo la polarizzazione di blocco del tubo 6AC7 (V_2). La corrente anodica della sezione destra del tubo V_7 eccita RY_2 e carica il condensatore da 40 μF attraverso il diodo 1N92.

Il relé viene eccitato, inserendo così la tensione anodica B+ sullo stadio oscillatore e eccitando inoltre il relé inserito sul primario del trasformatore di alimentazione ad alta tensione.

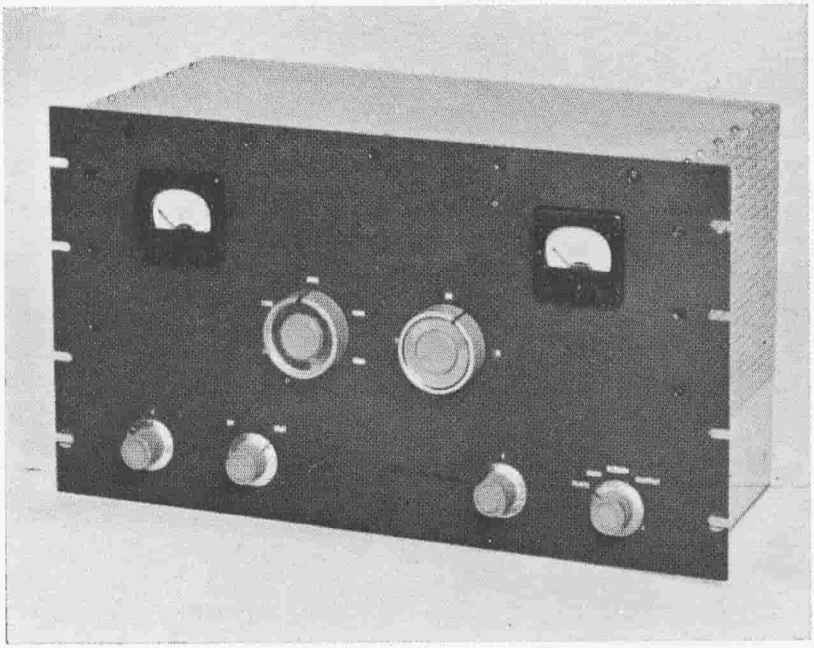


Figura 22.
L'AMPLIFICATORE DI POTENZA DA 500 W HA I COMANDI DISPOSTI SIMMETTRICAMENTE SUL PANNELLO FRONTALE

La stadio amplificatore con tubo 7094 costituisce una unità separata. A sinistra in alto sul pannello frontale vi è il milliamperometro che misura la corrente anodica del tubo. A destra vi è il milliamperometro da 1 mA fondo-scala che può essere inserito sui vari collegamenti di alimentazione dell'eccitatore o dell'amplificatore. I due comandi più grandi disposti al centro del pannello sono: il commutatore del circuito di uscita a π (a sinistra) e il comando principale di accordo dell'amplificatore (a destra). I comandi disposti verso il bordo inferiore del pannello frontale sono (da sinistra a destra): il condensatore di carico del circuito di uscita a π; l'interruttore di inserzione del condensatore ausiliario sul circuito di uscita a π; il condensatore di accordo del circuito di griglia; il commutatore per lo strumento. La manopola del commutatore S_4 del circuito di uscita a π comanda anche il commutatore S_3 del circuito di griglia, eliminando così una manopola sul pannello frontale e una conseguente manovra da fare.

Questo circuito può venire disattivato ponendo il commutatore S_2B nella posizione « Attesa ». Con questa manovra si pone in funzione l'oscillatore a frequenza variabile per misurarne la frequenza ed eseguire la taratura della scala.

3) Il tasto viene alzato.

La sezione di destra del tubo (V_7) si interdice istantaneamente. La sezione di sinistra conduce una corrente di 1 mA e interdice il tubo separatore 6AC7.

Il diodo 1N92 risulta polarizzato inversamente per effetto dell'aumentata tensione anodica del tubo 12AU7, mantenendo così carico il condensatore da 40 μF. Il

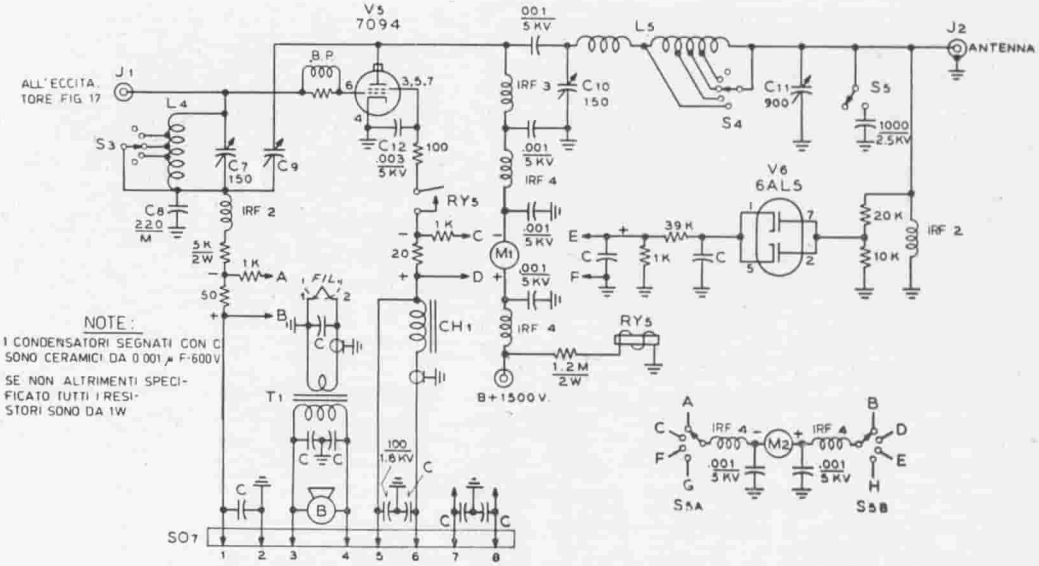


Figura 23.
SCHEMA ELETTRICO DELL'AMPLIFICATORE DI POTENZA DA 500 W

C_7 - Condensatore variabile da 150 pF.

C_8 - Condensatore a mica da 220 pF - 1250 V.

C_9 - Condensatore di neutralizzazione a disco (National NC - 800 o equivalente).

C_{10} - Condensatore variabile da 150 pF - 3000 V. (Johnson 150 E 30).

C_{11} - Condensatore variabile da radio-ricevitori, da 2 x 450 pF., con le due sezioni collegate in parallelo (vedi testo).

C_{12} - Tre condensatori ceramici da 0,001 µF - 5000 V (Centralab tipo 850). Porre un condensatore su ogni terminale di griglia schermo.

L_4 - E' costituita da due bobine, montate dietro il commutatore S_4, e collegate in serie.
La bobina per 80 metri è costituita da 28 spire avvolte su supporto di diametro. Altezza della bobina 42 mm.
La bobina per 40 metri viene ottenuta ponendo una presa intermedia alla 18ª spira a partire dal terminale freddo.
La bobina per 20 metri è costituita da 7 spire avvolte su supporto di 25 mm di diametro. Altezza della bobina 38 mm.
La bobina per 15 metri viene ottenuta ponendo una presa intermedia alla 4ª spira a partire dal terminale freddo, mentre la presa intermedia per 10 metri verrà posta alla 3ª spira a partire dal terminale freddo.
La posizione delle prese intermedie va messa a punto mediante un oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter).

L_5 - S_4 - Gruppo a tamburo da 500 W per 80 ÷ 10 metri. (Barker e Williamson N.° 3850).

S_3 - Commutatore ceramico a 1 via - 6 posizioni, con cortocircuito progressivo. (Centralb PA-2042).

IRF_2 - Impedenza a radiofrequenza da 2,5 mH. (National R-100).

IRF_3 - Robusta impedenza a radiofrequenza per le bande da 3 a 30 MHz. Corrente 500 mA. (Raypar RL - 102).

IRF_4 - Impedenza a radiofrequenza per VHF. (Ohmite Z - 144 o equivalente).
Impedenza di blocco delle oscillazioni parassite. N.° 3 spire filo smaltato ∅ 0,8 avvolte su un ressitore ad impasto da 50 Ω.

T_1 - Trasformatore di alimentazione per il filamento. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 6,3 V - 4 A.

CH_1 - Impedenza filtro da 7 H - 50 mA.

RY_5 - Relè sensibile a 1 chiusura, con bobina di eccitazione da 1 mA c.c.

M_1 - Milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo-scala, con custodia in bakelite e comando di azzeramento dell'indice ad alto isolamento.

B - Piccolo ventilatore con motore azionato a tensione di rete.

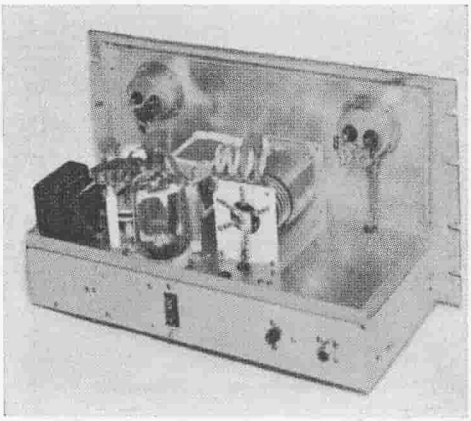


Figura 24.
L'AMPLIFICATORE CON CIRCUITO DI USCITA A π VISTO DALL'ANGOLO POSTERIORE SINISTRO

Attorno agli spigoli del telaio di alluminio (che ha le dimensioni di cm 20 x 43 x 5) ed anche attorno al pannello frontale dell'unità, sono montati angolari di alluminio ad L, ai quali verranno fissate le lastre di alluminio che completano la custodia dell'amplificatore. La schermatura di questa custodia è tale che l'amplificatore non genera praticamente alcuna interferenza alle ricezioni televisive. Le lastre costituenti le pareti della custodia vengono fissate agli angolari mediante viti autofilettanti. Gli strumenti sono schermati da calotte metalliche di alluminio, con filtri a radiofrequenza montati dietro le calotte stesse. I collegamenti agli strumenti sono effettuati con cavo da televisione, isolato a 10 kV, protetto entro calza schermante. Il tetrodo 7094 è montato verso il fondo del telaio. A sinistra di esso è visibile il condensatore C_9 di neutralizzazione mentre a destra del tubo è posta la impedenza a radiofrequenza anodica. Il collegamento con l'anodo del tubo è eseguito con striscia di rame flessibile. A sinistra è visibile, montato sopra il telaio, il trasformatore di alimentazione del filamento. Dietro di esso, e perciò non visibile in questa fotografia, vi è il ventilatore che lancia sul bulbo del tubo l'aria di raffreddamento. Sul piano inferiore del telaio vi è il condensatore di uscita del circuito a π.

relé RY_2 rimane chiuso fino a quando il condensatore non si sia scaricato attraverso la resistenza di scarica in parallelo ad esso. Avviene allora che il relé RY_2 si apre, interrompendo l'alimentazione anodica ad alta tensione del trasmettitore. Il tempo di « Rilascio » può venire regolato mediante il potenziometro R_3.

4) Funzionamento in fonia. Il commutatore S_1 sul pannello del modulatore deve venire chiuso quando si vuole funzionare in fonia eccitando così la bobina del relé RY_3. Quando il tasto viene abbassato, oppure quando viene premuto il pulsante « Premere per trasmettere », si chiude il contatto RY_3A, escludendo il circuito di ritardo di tempo su RY_2 e si toglie così il cortocircuito ai capi della impedenza di modulazione di griglia schermo dell'amplificatore finale.

La tensione anodica dell'eccitatore è fornita dall'alimentatore del modulatore (vedi Cap. V, Fig. 17), mentre la tensione di polarizzazione negativa di griglia dell'amplificatore e la tensione di alimentazione anodica dell'amplificatore stesso sono fornite dall'alimentatore principale, costituente un'unità separata dal trasmettitore.

Il relé anodico RY_4 può essere attivato mediante il commutatore S_3 oppure mediante il circuito di manipolazione telegrafica.

Lo stadio amplificatore Nella Fig. 23 è riportato lo schema elettrico dell'amplificatore mentre nelle Figg. 22, 24, 25 e 26 sono riportate alcune fotografie dell'amplificato-

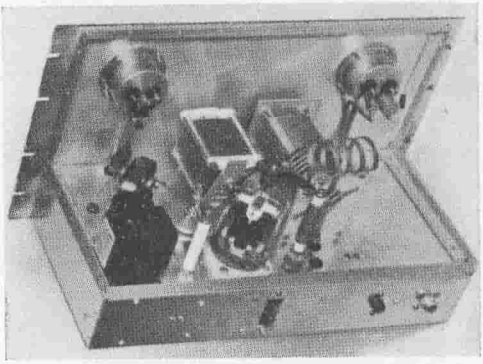


Figura 25.

L'AMPLIFICATORE CON CIRCUITO DI USCITA A π VISTO DALL'ANGOLO POSTERIORE DESTRO

Il ventilatore per il raffreddamento del tubo 7094 è posto fra il pannello frontale e il trasformatore di alimentazione del filamento. Sulla parte destra della parte posteriore del telaio sono visibili il terminale per l'alta tensione e la presa coassiale di antenna. La schermatura dell'apparato contro le interferenze televisive viene ottenuta mediante lastre di alluminio forato, fissate agli angolari, pure essi di alluminio, disposti tutto intorno al telaio e verso i bordi del pannello frontale.

re stesso, dalle quali può essere rilevata la disposizione da dare ai vari componenti.

Nella costruzione dell'apparato è stata rivolta particolare attenzione agli accorgimenti atti a ridurre le interferenze contro le ricezioni televisive.

L'amplificatore impiega un solo tubo 7094 (di potenza, a fascio) con circuito di uscita a π.

Il circuito di griglia (L_4-C_7) costituisce anche il circuito anodico del tubo 2E26 ed è in grado di fornire una copertura completa delle bande di frequenza mediante il gruppo di bobine con prese inter-

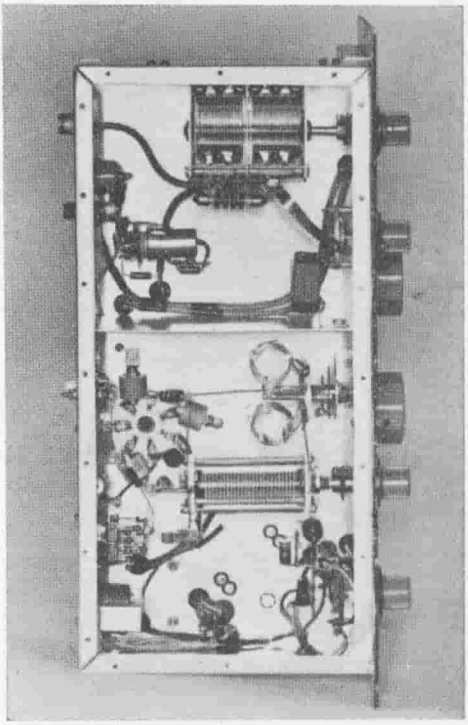


Figura 26.

IL TELAIO DELL'AMPLIFICATORE DI POTENZA VISTO DAL BASSO

Tutti i collegamenti di alimentazione disposti sotto il telaio sono schermati entro calza di rame, allo scopo di impedire che possano captare energia a radiofrequenza. Si noti che lo spazio sotto il telaio è diviso in due parti mediante uno schermo. La parte più piccola contiene il condensatore di uscita del circuito a π, il circuito del voltmetro con diodo 6AL5 e i collegamenti ad alta tensione. La parte più grande contiene i componenti del circuito di griglia e il commutatore dello strumento. Il relè sensibile RY_5 è montato sulla parete posteriore del telaio, dietro il condensatore variabile di accordo griglia. Vicino ai terminali dello zoccolo del tubo sono montati tre condensatori di fuga per la griglia schermo, da 0,001 μF - 5 kV. Questi condensatori vanno disposti fra ognuno dei tre terminali della griglia schermo e massa. Il commutatore per il circuito di griglia è azionato dallo stesso comando del commutatore del circuito anodico posto sopra il telaio, mediante un sistema di trasmissione a funicella.

medie, visibile nella fotografia del telaio visto dal basso.

Per ottenere la massima stabilità di funzionamento dell'amplificatore, si è fatto uso della neutralizzazione a ponte. Il condensatore C_9 e il condensatore di fuga sulla griglia C_8 costituiscono i due rami del ponte.

Per trarre vantaggio dall'esistenza di un triplo collegamento di griglia schermo, sono stati usati tre condensatori di fuga a bassa induttanza (C_{12}), collegati ciascuno ad un terminale di griglia schermo dello zoccolo.

Sul collegamento che va alla griglia controllo del tubo è stata inserita una impedenza a radiofrequenza di blocco delle oscillazioni parassite (BP).

Mediante tutte queste precauzioni, il funzionamento dell'amplificatore è risultato stabile su tutto il campo delle frequenze di lavoro del trasmettitore.

Per proteggere il tubo quando funziona con bassa tensione di alimentazione anodica, il circuito di griglia schermo viene alimentato attraverso i due contatti di un sensibile relé RY_5. Questo relé interrompe automaticamente il circuito di griglia schermo quando viene tolta la tensione anodica allo stadio amplificatore. Questa precauzione è stata suggerita dall'esperienza, poiché si è constatato che la causa più frequente di danneggiamento dei tetrodi consiste nel lasciare inserita la tensione di alimentazione di griglia schermo mentre al tubo non è applicata la tensione anodica. Il relé RY_5 protegge il tubo da questo errore di manovra.

L'automodulazione della griglia schermo viene ottenuta mediante una impedenza con nucleo in ferro (CH_1) inserita sul suo circuito di alimentazione. Durante il funzionamento in grafia, questa impedenza viene cortocircuitata mediante la sezione B del relé RY_3 (Fig. 21).

Nel circuito anodico dell'amplificatore è stata usata la configurazione a π, adoperando un nuovo gruppo di commutazione di banda da 500 W prodotto dalla Barker e Williamson.

Come condensatore di regolazione del carico sull'uscita del circuito a π è stato usato un condensatore variabile doppio, del tipo per radioricevitori, con le due sezioni in parallelo.

Il commutatore S_5 esegue l'inserzione di un altro condensatore da 1000 $\mu\mu$F, fisso, per consentire il funzionamento dell'amplificatore su bassa impedenza di carico e su frequenza bassa (3,5 MHz).

Sull'uscita del circuito a π è montato un voltmetro elettronico con tubo 6AL5 che ha lo scopo di facilitare l'esecuzione delle regolazioni dell'accordo e del carico dell'amplificatore.

Tutti i collegamenti di alimenta-

zione sotto il telaio verranno schermati mediante calza di rame flessibile, collegata alla massa del telaio a opportuni intervalli.

Gli strumenti sono protetti mediante calotte di alluminio fissate mediante viti al pannello frontale dello stadio. Fra ogni collegamento che va agli strumenti e massa si porrà un condensatore di fuga ceramico da 0,001 μF - 5 kV, mentre in serie con ciascun terminale di ogni strumento verrà posta una impedenza a radiofrequenza per VHF.

Un piccolo ventilatore, alimentato direttamente dalla tensione di rete, verrà montato ad un'estremità del telaio (a sinistra nella fotografia di Fig. 25), in modo che l'aria da esso soffiata colpisca direttamente il bulbo del tubo.

Dalla Fig. 26 può essere rilevata la disposizione dei principali componenti che vanno montati sotto il telaio.

Uno schermo di alluminio separa i componenti del circuito di uscita a π dallo zoccolo del tubo e dal circuito di griglia.

Il commutatore S_3 delle bobine di griglia è comandato mediante una funicella dalla stessa manopola che comanda il commutatore che commuta la bobina anodica L_5, posto sopra il telaio. La funicella passa attraverso due fori eseguiti nel telaio. La manopola del commutatore di banda posta sul pannello dell'amplificatore, aziona così contemporaneamente i due commutatori, quello di griglia e quello anodico, con notevole semplificazione delle manovre di comando del trasmettitore.

Il relé di sicurezza RY_5 è montato sulla parete posteriore del telaio.

Sotto il telaio verrà avvitata una lastra di alluminio che ne costituisce il piano di fondo. Su questa lastra è eseguito un foro di 25 mm. di diametro, in corrispondenza al terminale dello statore del condensatore C_7 di accordo di griglia. Sopra questo foro, montata su una lastrina di polistirolo, vi è una presa per spina a banana. Si realizza in tal modo un terminale di entrata J_1 a bassa capacità.

Sul piano superiore della custodia dell'eccitatore verrà eseguito un foro, in corrispondenza a quello eseguito sul piano di fondo dell'amplificatore. Sul foro dell'eccitatore verrà montata un'altra piastrina di polistirolo, avente una spina a banana corrispondente esattamente al centro del foro.

Durante il fissaggio dell'amplificatore alla incastellatura, si farà in modo che la spina a banana dell'eccitatore si innesti nella presa a banana dell'amplificatore, realizzando così il collegamento fra il circuito anodico del tubo 2E26 e il circuito accordato di griglia dell'amplificatore finale a radiofrequenza.

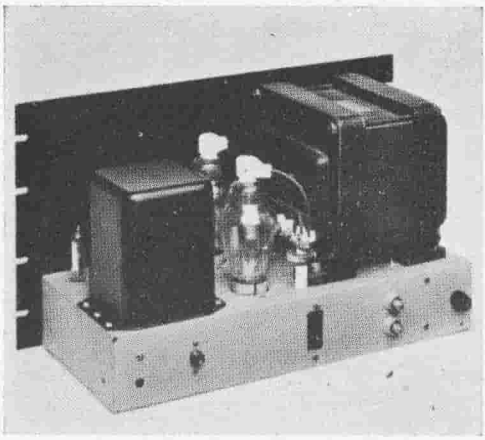


Figura 27.
L'ALIMENTATORE VISTO POSTERIORMENTE

I collegamenti di alimentazione primaria di questo alimentatore sono filtrati mediante condensatori a passante, per evitare che possano irradiare armoniche tali da generare interferenze televisive oppure che possano trasmetterle alla linea di alimentazione primaria. Nell'angolo del telaio, vicino al pannello frontale, è visibile il tubo stabilizzatore di tensione dell'alimentatore che fornisce la tensione negativa di polarizzazione di griglia dell'amplificatore.

L'alimentatore e il modulatore

L'alimentatore è montato su un telaio separato, realizzato alla maniera visibile in Fig. 27.

Per ottenere la tensione di alimentazione anodica di 1500 V con una corrente di 500 mA, necessaria per l'amplificatore finale a radiofrequenza e per il modulatore, si sono usati due tubi rettificatori tipo 866 A, seguiti da un filtro ad ingresso induttivo.

Nei collegamenti che vanno agli anodi dei tubi sono state inserite le impedenze per la soppressione dei transitori di ignizione dei tubi stessi. Queste impedenze hanno lo scopo di ridurre il disturbo a radiofrequenza generato da questi transitori e che molto spesso si riscontra sul segnale emesso dal trasmettitore, sotto forma di « zirlio » sovrapposto alla modulazione.

All'uscita del filtro di spianamento della tensione anodica va usato un condensatore di capacità sufficiente, tale da poter sopperire ai picchi di corrente anodica assorbita dal trasmettitore durante i picchi di modulazione o durante la manipolazione telegrafica. Per ottenere la capacità di 30 μF - 1800 V all'uscita del filtro dell'alimentatore sono stati impiegati otto condensatori elettrolitici da 60 μF - 450 V, collegati in serie-parallelo.

Nel telaio dell'alimentatore è altresì montato un piccolo alimentatore per la tensione negativa di polarizzazione di griglia. Questo alimentatore sviluppa la tensione di — 105 V necessaria per la griglia controllo del tubo amplificatore 7094 e per il circuito di manipolazione telegrafica.

La disposizione e il montaggio degli organi dell'alimentatore possono venire rilevati dalle Figg. 27 e 29.

Nel precedente Capitolo V (Fig. 17) è stato riportato lo schema

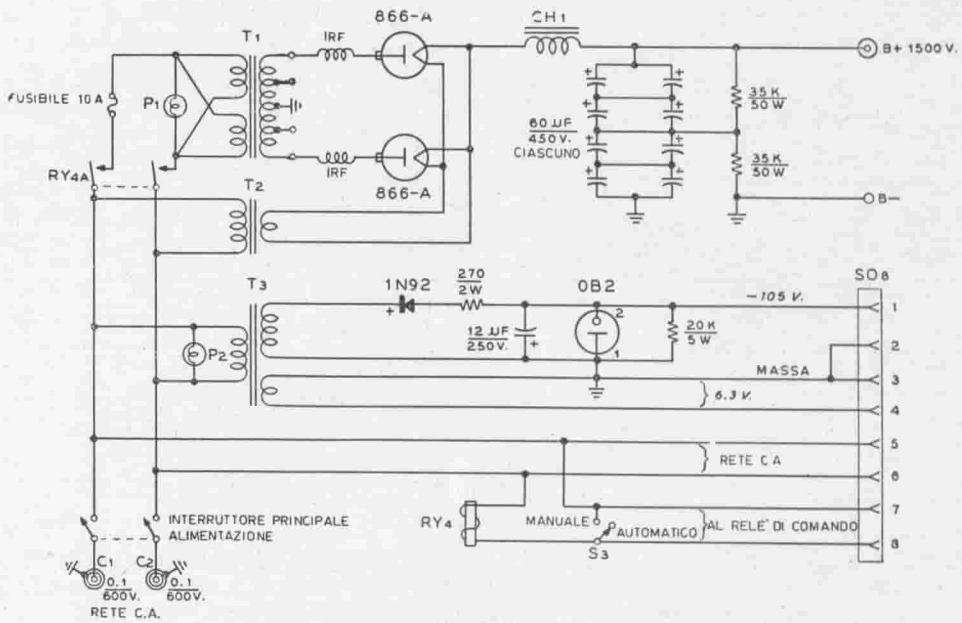


Figura 28.
SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE PER IL TRASMETTITORE

C_1 - C_2 - Condensatori filtro a passante, da 0,1 µF ÷ 600 V. (Sprague « Hypass » o equivalenti).

CH_1 - Impedenza filtro 10 H - 300 mA.

IRF - Impedenze filtro contro i transitori dei tubi (Millen 77866).

RY_4 - Relé a due chiusure con contatti da 20 ampere - Bobina di eccitazione adatta alla tensione di rete c.a.

SO - Presa a 8 piedini (Cinch - Jones).

T_1 - Trasformatore di alimentazione ad alta tensione. Primario a due avvolgimenti, adatti alla tensione di rete disponibile. Questi due avvolgimenti verranno disposti in parallelo per il funzionamento normale dell'amplificatore oppure in serie per ottenere metà tensione di uscita dell'alimentatore. (Per l'esecuzione dell'accordo dell'amplificatore stesso).

T_2 - Trasformatore di alimentazione per i filamenti dei tubi rettificatori.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondario: 2,5 V - 10 A - Isolamento per 10 kV.

T_3 - Trasformatore per la tensione di polarizzazione negativa di griglia.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondari: 12 V - 50 mA; 6,3 V - 2 A.

elettrico del modulatore, ampiamente descritto nel paragrafo 5-7 dello stesso Capitolo V.

L'alimentatore per il preamplificatore fornisce la tensione anodica di 370 V necessaria per il funzionamento dell'eccitatore.

Una sezione del relé « Fonia-Grafia » (RY_3A) esclude il circuito di ritardo di tempo sull'unità eccitatrice, quando si deve funzionare in fonia, mentre quando si deve funzionare in grafia un relé ad alta tensione RY_1 esclude il funzionamento del modulatore.

Lo stesso alimentatore del modulatore fornisce la tensione di 6 V necessaria per i filamenti dei

tubi dell'eccitatore. Il circuito di filamento di questi tubi è bilanciato rispetto a massa allo scopo di ridurre il ronzio nel preamplificatore ad audiofrequenza. Per questa ragione, nell'eccitatore non si può usare la massa come circuito di ritorno dell'alimentazione dei filamenti.

Accordo dell'eccitatore e funzionamento

Ciascuna unità costituente il trasmettitore deve essere provata separatamente come unità singola, prima di effettuare il controllo totale del trasmettitore.

Quando l'eccitatore funziona senza stadio finale, la tensione di griglia schermo del tubo 2E26 deve sempre essere posta a zero (mediante il potenziometro R_1 della Fig. 17), dato che il circuito anodico del tubo 2E26 non sarebbe completo senza lo stadio finale, per cui nel tubo 2E26 circolerebbe una corrente di schermo eccessiva che in breve tempo rovinerebbe il tubo. È questa la ragione per la quale, nelle condizioni suddette, la tensione di griglia schermo deve essere zero.

La calibrazione dell'oscillatore può essere eseguita variando la

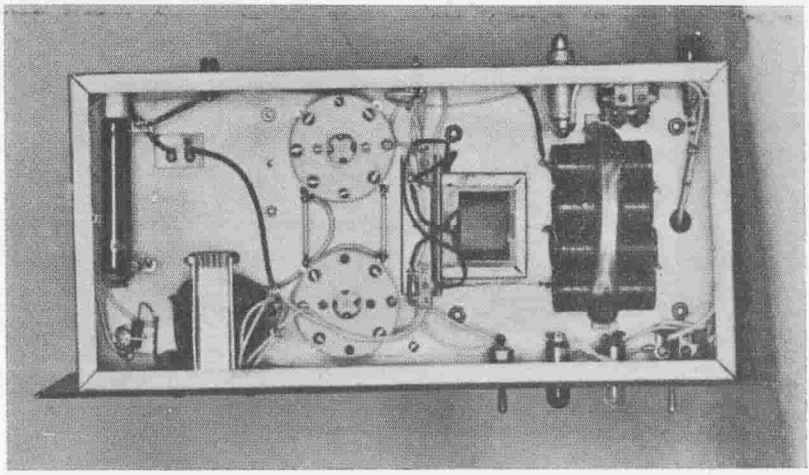


Figura 29.
IL TELAIO DELL'ALIMENTATORE VISTO DAL BASSO

Da questa fotografia può essere rilevata la disposizione dei componenti principali dell'alimentatore. Gli zoccoli per i tubi 866-A sono montati in modo che i tubi stessi risultino incassati nel telaio. I distanziatori per tali zoccoli sono isolatori ceramici, alti 12,5 mm. Su una lastra di bakelite sono montati otto condensatori elettrolitici che, collegati in serie-parallelo, costituiscono il condensatore di uscita del filtro di spianamento dell'alimentatore ad alta tensione. Questi condensatori vengono tenuti insieme mediante una striscia metallica isolata. Vicino agli zoccoli dei tubi rettificatori è posto il trasformatore per la tensione di polarizzazione. Tutti i collegamenti ad alta tensione sono eseguiti con cavo per televisione, isolato a 10 kV.

distanza fra le spire della bobina L_1, oppure modificando la capacità del compensatore ausiliario C_2.

L'allineamento degli stadi 6AC7 e 6AG7 verrà eseguito osservando la corrente di griglia dello stadio 2E26, che verrà misurata ai capi del resistore R_4 posto nel ritorno del circuito di griglia. Questo circuito non è collegato al commutatore di misura, dato che questa misura va effettuata soltanto durante la taratura dell'eccitatore e non richiede di essere ripetuta in seguito.

La bobina L_2 verrà fatta risuonare su circa 3,6 MHz con il compensatore posto a circa metà capacità.

Qualora la corrente di griglia del tubo 2E26 dovesse risultare eccessiva, si può ridurre il valore del resistore da 15 kΩ posto in parallelo alla bobina L_2. La corrente di griglia deve risultare compresa fra 2 e 3 mA su tutte le bande di frequenza.

Dopo aver completato l'allineamento su 80 metri, il commutatore S_1 verrà posto su 10 metri.

Si regola il nucleo della bobina L_3 in modo da ottenere la massima corrente di griglia sul tubo 2E26 sulla banda dei 28 MHz. Per questa banda di frequenze, la bobina L_3 deve essere posta in risonanza su 14 MHz.

Si pone ora il commutatore S_1 su 15 metri e si pone l'oscillatore a frequenza variabile su 21,2 MHz. Si regola il compensatore C_5 in modo da ottenere un corretto valore di corrente di griglia del tubo 2E26 per la banda dei 21 MHz.

Infine si pone il commutatore su 20 metri e si pone l'oscillatore a frequenza variabile su 14,2 MHz. Si regola il compensatore C_6 per una corretta e uniforme eccitazione di griglia sulla banda dei 20 metri.

L'entità dell'eccitazione di griglia sulle varie bande di frequenza dilettantistiche può venire regolata variando i resistori posti in parallelo alle bobine L_2 e L_3. Più basso è il valore di questi resistori più uniforme risulterà l'eccitazione di griglia sulle varie bande.

Si tenga presente che la corrente di griglia dello stadio 2E26 diminuisce man mano che questi resistori diminuiscono di valore. I valori riportati nello schema elettrico sono quelli che hanno dato i migliori risultati su tutte le bande, dato che con essi si è ottenuto una sufficiente costanza dell'uscita dello stadio pur variando la corrente di griglia dello stadio 2E26 nel rapporto 2 : 1 sulle varie bande di frequenza.

La manipolazione telegrafica dell'eccitatore è dolce e priva di colpi.

La manipolazione dello stadio separatore viene regolata mediante il potenziometro R_2. Lo stadio separatore deve entrare in azione

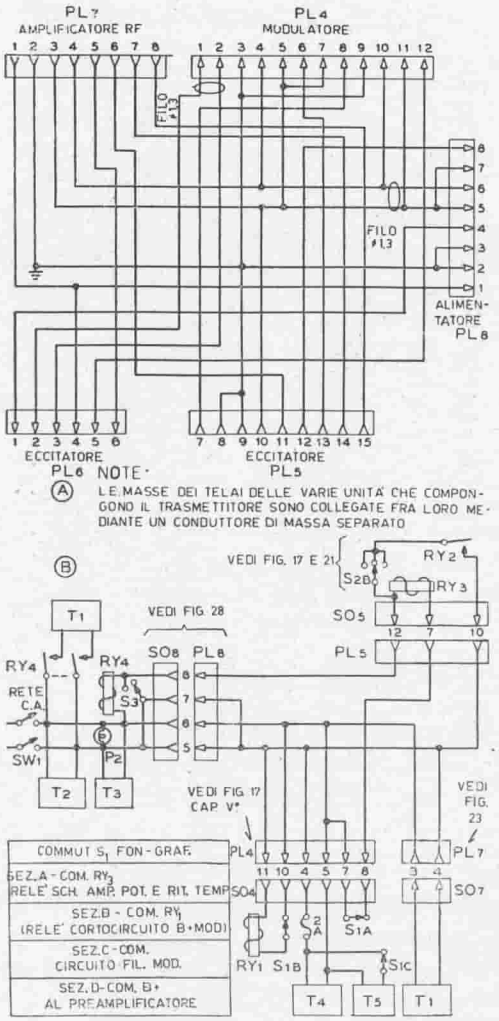


Figura 30.
COLLEGAMENTI DI INTERCONNESSIONE PER IL TRASMETTITORE

prima dello stadio 2E26 e deve rimanere in funzione dopo che lo stadio 2E26 sia andato in interdizione.

Il tempo che intercede fra il rilascio del tasto e la disattivazione del trasmettitore può venire regolato mediante il potenziometro R_3.

La corrente che circola nella bobina di eccitazione del relé RY_2 può essere modificata variando i due resistori di carico anodico della sezione di destra del tubo manipolatore V_7.

La resistenza di carico anodico è costituita da due resistori in serie: uno da 15 kΩ e uno da 10 kΩ. Si può togliere il resistore da 10 kΩ e lo si può sostituire con la bobina di eccitazione da 10 kΩ di un altro relé, qualora si desideri con questo secondo relé comandare altri circuiti ausiliari.

La tensione della molla del relé RY_2 dovrà essere regolata in modo da ottenere un ottimo funzionamento del relé stesso. Questa regolazione va fatta dopo che il circuito sia stato messo a punto.

La manipolazione telegrafica dell'eccitatore deve risultare molto smussata dato che, per effetto dello stadio amplificatore successivo, essa poi viene resa alquanto più rapida e brusca.

Il condensatore da 0,1 μF (che determina la forma d'onda dell'inviluppo di manipolazione), posto nel ritorno del circuito di polarizzazione negativa di griglia del tubo 2E26, può venire aumentato di capacità, qualora si desideri addolcire ancor più la manipolazione dell'eccitatore e compensare così la tendenza dell'amplificatore in classe C, che segue l'unità eccita-

trice, a generare colpi di manipolazione.

In pratica, la manipolazione dell'eccitatore deve essere regolata in modo che i punti diventino una linea continua quando la trasmissione avviene al ritmo di 25 parole al minuto.

Qualora si desideri, il circuito di manipolazione telegrafica può venire escluso per consentire la esecuzione della messa a punto della parte a radiofrequenza dell'eccitatore. Per fare ciò si toglierà il tubo manipolatore V_7 dal suo zoccolo collegando a massa i piedini 1 e 7 dello zoccolo stesso. Il relé R_2 verrà tenuto chiuso inserendo un pezzettino di cartone dietro ai contatti mobili.

Messa a punto preliminare dell'amplificatore Lo stadio amplificatore può venire neutralizzato applicando al circuito di entrata una eccitazione tale da fare circolare una certa corrente di griglia, dovuta a rettificazione.

Si pone un cavallotto di cortocircuito sul terminale di uscita di antenna e si regola il condensatore C_{10} di accordo del circuito anodico in modo da far risuonare quest'ultimo sulla frequenza del segnale di eccitazione.

Si regola il condensatore di neutralizzazione C_9 fino ad ottenere che, variando la capacità del condensatore di accordo anodico, non si abbia alcuna variazione della corrente di griglia.

L'accordo preliminare sull'antenna può essere eseguito ponendo il commutatore di comando (S_2, Fig. 17) nella posizione « Attesa ». In questa posizione non viene applicata all'amplificatore finale la tensione di alimentazione della griglia schermo. Inoltre, la tensione alla griglia schermo non può venire applicata se non quando il relé RY_5 (Fig. 23) viene chiuso, in seguito all'applicazione della tensione anodica allo stadio.

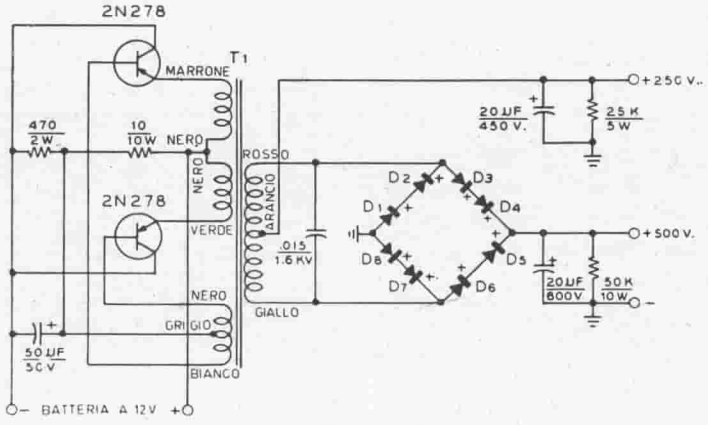
Cavi di comando e collegamenti di alimentazione Dopo aver completato il controllo della stazione, si pongono le varie unità che la compongono dentro le rispettive custodie e si montano nella intelaiatura di sostegno per pannelli normalizzati.

I cavi di comando verranno disposti alla maniera illustrata nella Fig. 30.

Si deve fare attenzione alle sezioni dei conduttori, dato che alcuni di essi sono percorsi dalle forti correnti di accensione dei filamenti dei tubi. Inoltre, come misura di sicurezza, si deve effettuare un collegamento fra le masse delle varie unità che compongono il trasmettitore.

Nella Fig. 14 è illustrata una tipica installazione di questo trasmettitore.

CAPITOLO SETTIMO



Alimentatori

In considerazione dell'alto costo dei componenti, con nucleo in ferro, impiegati negli alimentatori, è opportuno considerare accuratamente il progetto di un trasmettitore da costruire oppure la rielaborazione di un trasmettitore già esistente, nell'intento di ridurre al minimo possibile la parte alimentatrice, in modo però che questa consenta di ottenere dal trasmettitore le prestazioni volute, con una spesa la più bassa possibile.

Valutando accuratamente, per quanto concerne l'alimentazione, le esigenze dei vari progetti attuabili per un trasmettitore, sarà possibile scegliere, fra questi progetti, quello che comporta l'uso del minor numero dei componenti nell'alimentatore o, ciò che è lo stesso, che utilizza nel miglior modo possibile i componenti impie-

gati nella costruzione dell'alimentatore.

7-1 Progetto degli alimentatori

Gli alimentatori dei trasmettitori o delle varie parti che compongono una stazione debbono essere progettati in modo da poter fornire le correnti necessarie alle tensioni prescritte e da avere quel grado di stabilità di tensione al variare del carico, necessario per le applicazioni che si vogliono realizzare.

Gli alimentatori inoltre debbono presentare un livello di rumore di fondo (residuo di alternata) sufficientemente basso anche a pieno carico e debbono presentare verso il circuito di utilizzazione da essi alimentato, una impedenza interna sufficientemente bassa. Infine debbono essere dimensionati adeguatamente, in modo che nessun loro componente risulti sovraccaricato quando essi erogano le tensioni e le correnti necessarie al funzionamento normale degli apparati.

Realizzare alimentatori che soddisfino a tutte le caratteristiche avanti dette non è un problema facile. In molti casi sarà necessario attuare dei compromessi specialmente negli alimentatori destinati ai trasmettitori per dilettanti, i quali alimentatori debbono soddisfare particolari esigenze per quanto concerne ingombro e costo dei componenti. Per tale motivo occorre dedicare molta attenzione al progetto e al dimensionamento degli alimentatori impiegati nelle stazioni dilettantistiche e destinati ad alimentare i complessi a radiofrequenza e ad audiofrequenza.

Per svolgere bene il progetto di un alimentatore da usare in una determinata applicazione è opportuno seguire un metodo razionale, che descriveremo in questo capitolo e che consente di definire, con buona approssimazione, i valori e le caratteristiche dei componenti da usare.

In questo metodo occorre anzitutto stabilire le prestazioni che debbono essere fornite dall'alimentatore.

In generale queste prestazioni sono:

1) tensione di uscita richiesta a pieno carico;

2) valori delle correnti erogate: minima, normale e massima (di picco);

3) stabilità della tensione di uscita al variare della corrente fra il valore minimo e il valore di picco;

4) limite ammissibile per il residuo di tensione alternata esistente sulla tensione di uscita, a pieno carico;

5) tipo di circuito rettificatore da usare.

La tensione di uscita che l'alimentatore deve essere in grado di fornire è determinata approssimativamente dalle condizioni di impiego dei tubi che esso deve alimentare. Invece la corrente che l'alimentatore deve poter erogare non sempre corrisponde alla massima corrente assorbita dai tubi in esso impiegati. Però è sempre consigliabile progettare gli alimentatori in modo che abbiano il massimo grado di flessibilità di impiego, tenendo presente che in tal modo sarà possibile impiegare lo stesso alimentatore anche quando si procederà alla costruzione di una nuova stazione o alla rielaborazione di una parte di essa. Pertanto, nel progettare un alimentatore, è opportuno dimensionarlo non solo per soddisfare le immediate esigenze determinate dalla alimentazione dei tubi usati in quel momento negli stadi ad audio-frequenza o a radio-frequenza, ma sarà conveniente cercare di utilizzare in pieno le prestazioni dei componenti dell'alimentatore tenendo presente che, così facendo, si realizzerà nel prossimo futuro una sensibile economia qualora si venisse ad aggiungere qualche altra apparecchiatura alla stazione o si ritenesse opportuno rielaborare una parte di essa.

Figura 1.

PANNELLO DI COMANDO DI UN ALIMENTATORE

Il pannello di comando di un alimentatore ben progettato deve avere interruttori separati sui primari dei trasformatori di accensione dei filamenti e del trasformatore di alta tensione. Inoltre deve avere lampade spia inserite sui circuiti di filamento e anodico. Deve essere munito di interruttore automatico di sovraccarico, di commutatore sulla tensione anodica e di fusibili inseriti sui circuiti di alimentazione dei primari dei trasformatori.

Considerazioni sulla erogazione di corrente

La minima erogazione di corrente da parte di un alimentatore normalmente corrisponde alla corrente dissipata dalle resistenze zavorra. Vi sono casi in cui un alimentatore viene in permanenza usato per alimentare soltanto tali resistenze e perciò qualche volta queste costituiscono solo una piccola parte del carico dell'alimentatore mentre qualche vol-

ta ne costituiscono il carico totale.

Quando un alimentatore serve ad alimentare gli stadi del trasmettitore, allora la corrente da esso erogata sulle resistenze zavorra rappresenta la corrente minima che l'alimentatore deve fornire.

La corrente minima erogata da un alimentatore è importante poichè, assieme alla tensione fornita dall'alimentatore, essa determina il minimo valore dell'induttanza da impiegare nei filtri ad ingresso induttivo, se si vuole che la tensione di uscita sia contenuta entro certi limiti anche in casi di minimo assorbimento di corrente.

La erogazione normale di corrente da parte di un alimentatore è generalmente definita, in via approssimativa, dalle caratteristiche del trasformatore e delle impedenze filtro usate oppure dai dati ricavabili dal listino del fabbricante dell'alimentatore, nel caso però che tale fabbricante sia degno di fiducia.

L'erogazione nominale di corrente che un alimentatore deve essere in grado di fornire deve essere almeno uguale all'assorbimento di corrente da parte del circuito di utilizzazione, quando questo è costituito da un radioricevitore, un amplificatore per microfono o da uno stadio a radiofrequenza a funzionamento continuo. Invece quando il circuito di utilizzazione è costituito da amplificatori a radio-frequenza per segnali telegrafici, da amplificatori per segnali a banda laterale unica o da modulatori in Classe B, la definizione della corrente normale che l'alimentatore deve poter erogare è diversa. Quando un alimentatore è collegato ad un carico di carattere intermittente, come quelli suddetti, la corrente che deve venire erogata dal trasformatore di alimentazione e quella sulla quale vanno dimensionate le impedenze-filtro può essere minore della corrente massima assorbita dal circuito di utilizzazione; però la corrente che i tubi rettificatori dell'alimentatore debbono essere in grado di erogare deve essere almeno uguale all'assorbimento massimo di corrente da parte del circuito di utilizzazione. Per fare un esempio, in un alimentatore che deve fornire una corrente di 100 mA e una corrente di picco di 500 mA possono essere usati trasformatori e impedenze per 300 mA, ma i tubi rettificatori debbono essere tali da poter fornire permanentemente una corrente di 500 mA.

Il dimensionamento dei componenti con nucleo in ferro, sottoposti a passaggio di corrente intermittente, come quelli facenti parte di un alimentatore con carico intermittente, va eseguito in base alla corrente media che li attraversa, valutata in un tempo di parecchi minuti. Questo perchè

ciò che limita la corrente che può attraversare tali componenti è il riscaldamento dovuto all'effetto Joule nel conduttore impiegato. Siccome i componenti con nucleo in ferro hanno una inerzia termica piuttosto alta, quando essi sono percorsi da una corrente forte ma intermittente il loro riscaldamento dipende dalla corrente media valutata su un certo numero di manipolazioni telegrafiche oppure di cicli di modulazione.

Invece la corrente che i tubi rettificatori sono in grado di erogare è limitata dalla emissione di elettroni da parte del filamento e pertanto questa emissione non deve essere in ogni caso superata, neppure per brevi istanti, se non si vogliono danneggiare irrimediabilmente i tubi raddrizzatori.

Le considerazioni di cui sopra partono dal presupposto che nessuno dei componenti con nucleo in ferro impiegati in un rettificatore sia saturato o vada in saturazione al momento in cui un carico intermittente richieda la corrente massima. Per essere sicuri di non avere in alcun caso saturazione, è opportuno impiegare componenti di buona qualità e dimensionati abbondantemente.

Stabilità della tensione erogata dagli alimentatori

La stabilità della tensione erogata da un alimentatore al variare della corrente assorbita dal carico è uno degli aspetti che caratterizzano ciò che normalmente viene definito « stabilità della tensione fornita da un alimentatore ». Spieghiamo subito questo concetto. Il problema più grave che frequentemente si incontra in pratica è quello di un alimentatore per il modulatore di un trasmettitore. Un tale modulatore assorbe dall'alimentatore una corrente che può variare nel rapporto da quattro a uno e anche da cinque a uno. Per contro è opportuno che la tensione di alimentazione del modulatore, in assenza di segnale, risulti al massimo del 10-15 per cento maggiore rispetto alla tensione di alimentazione a pieno carico. In questo caso è molto importante perciò che l'alimentatore abbia un'ottima stabilità della tensione erogata al variare della corrente assorbita dal carico.

Un altro tipo di stabilità è quella che deve possedere un alimentatore il quale debba sviluppare una tensione ad esempio di circa 250 V per un oscillatore che assorba una corrente anodica di due o tre milliampére.

La stabilità che in questo caso si richiede all'alimentatore è che la tensione da esso erogata vari di pochi volt per piccole variazioni della corrente anodica assorbita dall'oscillatore e per forti variazioni della tensione di rete sulla quale viene inserito l'alimentatore. Questo tipo di stabilità può

essere definito come « stabilità della tensione erogata dall'alimentatore al variare della tensione di alimentazione ».

Vi è un terzo tipo di stabilità degli alimentatori, che è intermedio alle due stabilità dette innanzi. Questo è il caso in cui ad esempio, un alimentatore debba alimentare un carico variabile da 10 a 100 W ad una tensione inferiore a 500 V e sia necessario che tanto al variare del carico quanto al variare della tensione di alimentazione di rete, la tensione erogata dall'alimentatore varii entro pochi volt. Questo tipo di stabilità può essere perciò definito come « stabilità della tensione erogata dall'alimentatore al variare della tensione di rete e della corrente assorbita dal carico ».

I tre suddetti tipi di stabilità vengono conseguiti in differenti modi.

Il primo tipo, e cioè la stabilità della tensione fornita dagli alimentatori, generalmente di forte potenza, al variare della corrente assorbita dal carico, viene ottenuto impiegando, negli alimentatori, filtri ad ingresso induttivo con opportuna induttanza di entrata e con adeguati valori di resistenza zavorra connessa sull'uscita dell'alimentatore. I calcoli sono semplici: l'induttanza di ingresso del filtro dell'alimentatore, espressa in Henry e misurata quando è attraversata da una corrente continua uguale alla minima corrente erogata dall'alimentatore, deve essere uguale alla resistenza di carico sull'alimentatore (determinata per la corrente minima) divisa per 1000. Questo valore viene chiamato induttanza critica e costituisce il minimo valore di induttanza da inserire in un filtro ad ingresso induttivo, tale che impedisca alla tensione di uscita di salire notevolmente quando diminuisce la corrente assorbita dal carico.

La minima corrente di carico può essere quella che attraversa soltanto le resistenze zavorra, oppure può essere data dalla somma della corrente sulle resistenze zavorra e della corrente minima assorbita dal modulatore o amplificatore col quale è collegato l'alimentatore.

Gli alimentatori a bassa tensione e bassa corrente, come quelli che vengono usati per alimentare gli oscillatori a frequenza variabile dei trasmettitori e gli oscillatori a radio-frequenza dei ricevitori, generalmente vengono stabilizzati mediante l'impiego di tubi stabilizzatori a scarica nei gas. I tubi di questo tipo sono chiamati « tubi VR » e il loro impiego nei vari tipi di alimentatori verrà trattato nella sezione 7-9 di questo capitolo. Nel seguito di questo capitolo verranno altresì trattati gli alimentatori con stabiliz-

zazione elettronica del tipo da 20 W a 100 W di potenza erogata.

Considerazioni sull'ondulazione

L'entità della riduzione di ondulazione da attuare su un alimentatore dipende dal tipo di circuito che deve essere alimentato. La tensione di ondulazione tollerabile sull'uscita di un alimentatore può variare dal 5 per cento, per amplificatori in Classe B o in Classe C da usare in telegrafia ad onda portante non modulata o in modulazione di frequenza, a poche unità su mille per gli alimentatori anodici di amplificatori di tensione a basso livello o di amplificatori per microfono.

Il valore usuale di tensione di ondulazione che può essere tollerato negli alimentatori della maggior parte degli stadi di un trasmettitore in fonia è compreso fra 0,1 e 2 per cento.

In generale si può stabilire che, con la normale frequenza di rete e con circuiti rettificatori monofasi, gli alimentatori per quasi tutti gli stadi delle stazioni radiodilettantistiche saranno con filtro ad ingresso induttivo, con induttanza seguita da un filtro a π ad una sola sezione. Un amplificatore finale per telegrafia ad onda portante non modulata, o un altro stadio che possa tollerare fino al 5 per cento di ondulazione, potrà essere alimentato da un alimentatore il cui filtro sia costituito soltanto da una induttanza di ingresso di adeguato valore e da un condensatore filtro.

Gli alimentatori con filtro ad ingresso induttivo e condensatore in uscita vengono impiegati assai frequentemente per alimentare i modulatori in Classe B, purchè il condensatore sull'uscita dell'alimentatore abbia una capacità sufficientemente grande. Questa capacità dovrà essere tale da immagazzinare un'energia sufficiente ad alimentare le punte di corrente anodica assorbita dai tubi del modulatore in Classe B, in corrispondenza ai picchi di modulazione. Le capacità di tali condensatori sono normalmente comprese fra 4 e 10 μ F. Capacità di valore più alto comporterebbero elevate correnti di carica iniziale all'istante in cui viene acceso l'alimentatore e quindi, per limitare il picco di corrente assorbita dal condensatore, che deve venir erogata dai tubi rettificatori, sarebbe necessario impiegare un filtro con induttanza di ingresso di valore esagerato.

Per contro, capacità inferiori a 4 μF riducono la potenza di uscita erogabile dal modulatore in Classe B alle audiofrequenze più basse e inoltre possono dar luogo al formarsi di un notevole rumore di fondo sovrapposto al segnale amplificato, quando questo sia di frequenza bassa. Questo rumore di fondo è piuttosto forte quando il

modulatore fornisce un'elevata potenza di uscita, mentre è trascurabile quando il livello di modulazione è basso.

Quando uno stadio, quale un amplificatore ad audiofrequenza a basso livello, necessita di una tensione di alimentazione anodica avente ondulazione estremamente bassa, l'alto grado di filtraggio necessario verrà normalmente ottenuto mediante l'impiego di filtri a resistenza-capacità. Ciò è consentito dal fatto che, per un buon funzionamento dello stadio, non è necessario che l'alimentatore abbia una forte stabilità della tensione erogata.

Il filtro a resistenza-capacità viene normalmente inserito dopo il filtro ad induttanza-capacità dell'alimentatore che alimenta gli stadi ad alto livello ma in qualche caso, quando l'alimentatore deve solo alimentare gli stadi a bassa corrente, il filtro dell'alimentatore potrà essere costituito esclusivamente da resistenze-capacità.

Nei paragrafi seguenti verranno forniti i dati di progetto dei filtri a resistenza-capacità.

Quando uno stadio a bassa corrente necessita di una tensione di alimentazione avente ondulazione estremamente piccola unitamente ad un'ottima stabilità, il filtro dell'alimentatore verrà spesso fatto terminare con uno o più tubi stabilizzatori di tensione a scarica nel gas. Questi tubi « VR » danno un fortissimo filtraggio mentre contemporaneamente stabilizzano la tensione erogata dall'alimentatore. Il filtraggio da essi eseguito appare evidente se si considera che i tubi VR tendono a mantenere su un valore costante la tensione applicata su di essi mentre la corrente che in essi circola può essere ampiamente variabile.

I tubi VR danno un sensibile miglioramento alla caratteristica di stabilità e di ondulazione di alimentatori, quando la corrente da questi fornita sia compresa fra 25 e 35 mA, a seconda del tipo di tubo VR usato.

Alcuni tipi di tubi VR sono previsti per una corrente, in essi circolante, di 30 mA mentre altri tipi sono in grado di condurre, senza alcun danno, una corrente anche di 40 mA. In ogni caso la corrente minima che attraversa il tubo VR la si ha quando il circuito alimentato assorbe il massimo di corrente. La corrente minima che consente di tenere innescato l'arco nei tubi stabilizzatori di tensione a scarica nei gas è, per tutti i tipi di questi tubi, dell'ordine di 5 mA.

Oltre ai sistemi con tubi VR, vi sono altri sistemi di stabilizzazione di tensione, che consentono di ottenere da un alimentatore una tensione di uscita nella quale l'ondulazione abbia valore molto basso.

Gli alimentatori con stabilizza-

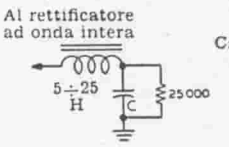
zione elettronica sono atti a fornire una tensione di uscita nella quale l'ondulazione residua ha un valore estremamente basso, anche nel caso in cui il filtro, che precede il sistema elettronico di stabilizzazione, attenui scarsamente l'ondulazione fornita dal rettificatore, portandola ad un valore del 5 o anche del 10 per cento. Infatti è evidente che, quanto migliore è la stabilità che un sistema di stabilizzazione di tensione è in grado di fornire, tanto minore è l'ondulazione esistente nella tensione di uscita.

È altresì evidente che l'ondulazione sulla tensione di uscita di un alimentatore stabilizzato di qualsiasi tipo aumenta rapidamente quando il carico sull'alimentatore sia così forte da rendere inefficiente il sistema di stabilizzazione. Ciò accade in un alimentatore con stabilizzazione elettronica quando la tensione esistente a monte del tubo elettronico stabilizzatore in serie scenda al disotto di un valore che è eguale alla somma della minima caduta di tensione sul tubo a quel determinato valore di corrente, più la tensione di uscita.

Nel caso di un sistema stabilizzatore in derivazione, come è quello che si attua con i tubi VR, l'effetto stabilizzatore diminuisce quando la corrente attraverso il tubo stabilizzatore cade al di sotto di un determinato valore, che normalmente è di 5 mA.

Calcolo della ondulazione Malgrado le Fig. 2, 3 e 4 diano i valori della tensione di ondulazione per vari tipi di sistemi filtro più o meno normali, spesso può essere utile poter calcolare il valore della tensione di ondulazione prevedibile con l'impiego di un determinato gruppo di componenti.

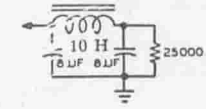
Fortunatamente la percentuale di ondulazione approssimativa, per valori normali di componenti dei filtri, può essere calcolata age-



Ondulazione in funzione di C a pieno carico

Capacità C	Ondulazione in %
2 µF	13 1
3 µF	8 5
4 µF	6 2
6 µF	4 0

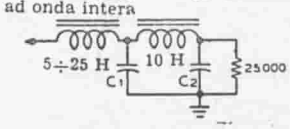
Figura 2.



Ondulazione in funzione della resistenza di carico

Carico, ohm		Ondulazione in %
25000	Solo resist.	0 02
15000	zavorra	0 04
10000		0 06
5000		0 1
3000		0 17
2000		0 25

Figura 3.



Ondulazione a pieno carico in funzione di C_1 e C_2

C1	C2	Ondulazione in %
2	2	1 2
3	2	0 7
4	4	0 25
8	8	0 06

Figura 4.

volmente con l'aiuto di formule relativamente semplici.

Nelle due formule seguenti si suppone che la frequenza di rete sia 60 Hz e che venga usato un raddrizzatore ad onda intera semplice o a ponte. Sarà agevole per il lettore passare dai valori ottenuti per frequenza di rete 60 Hz ai valori corrispondenti ad altre frequenze di rete.

Nel caso di un filtro ad ingresso induttivo ad una sola sezione, come quello illustrato in figura 1, oppure per l'ondulazione esistente all'uscita della prima sezione di un filtro ad ingresso induttivo a due sezioni, la equazione che fornisce il valore della percentuale di ondulazione è la seguente.

$$\text{Percentuale di ondulazione} = \frac{118}{LC-1}$$

nella quale LC è il prodotto della induttanza della bobina di entrata del filtro (espressa in Henry) misurata alla corrente normale di lavoro, per la capacità (espressa in microfarad) del condensatore che segue l'induttanza.

Nel caso di un filtro a due sezioni, la percentuale di ondulazione esistente sulla tensione di uscita dalla prima sezione è espressa dalla formula su riportata. Per ottenere la percentuale di riduzione di ondulazione apportata da tutto il filtro a due sezioni, occorre moltiplicare la percentuale calcolata come sopra, per il fattore di riduzione della seconda sezione del filtro.

Questo fattore di riduzione viene determinato in base alla seguente formula:

$$\text{Fattore di riduzione del filtro} = \frac{LC-1}{1{,}76}$$

Nella equazione su riportata, LC è il prodotto della induttanza e della capacità della sezione del filtro.

Il fattore di riduzione è espresso da un numero decimale che quindi deve venire moltiplicato per la percentuale di ondulazione ottenuta dall'applicazione della prima formula.

Per esempio consideriamo il caso del filtro schematizzato in Fig. 5. Il prodotto LC della prima sezione del filtro è 16 sicchè la percentuale di ondulazione prevedibile all'uscita della prima sezione sarà

$$\frac{118}{16-1} = 7{,}87\% .$$

La seconda sezione, che ha un prodotto LC di 48, darà un fattore di riduzione uguale a

$$\frac{1{,}76}{48-1} = \frac{1{,}76}{47} = 0{,}037 .$$

Pertanto la percentuale di on-

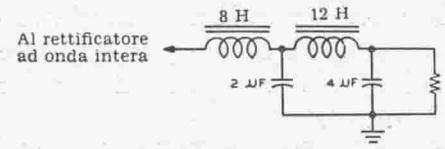


Figura 5.
ESEMPIO DI FILTRO PER IL CALCOLO DELLA ONDULAZIONE

dulazione all'uscita di tutto il filtro sarà

$$7{,}87 \times 0{,}037 = 0{,}29\%.$$

Filtri a resistenza-capacità In molte applicazioni, quando la corrente che attraversa il filtro è relativamente piccola, in modo che non sia eccessiva la caduta di tensione lungo le resistenze in serie, possono essere usati vantaggiosamente i filtri costruiti con resistenze e capacità. Nel caso normale, quando cioè la reattanza del condensatore in derivazione è molto minore della resistenza del carico alimentato dal sistema filtro, la riduzione di ondulazione per ogni sezione del filtro risulta uguale a $1/2\pi RC$.

Se la tensione di ondulazione ha una frequenza fondamentale di 120 Hz, come avviene per l'uscita da un raddrizzatore a onda intera alimentato da una rete a 60 Hz, il fattore di riduzione di ondulazione risulta 1,33/RC, nella quale R è espressa in migliaia di Ohm mentre C è espressa in microfarad.

Per una ondulazione a frequenza fondamentale di 60 Hz, l'espressione dell'ondulazione risulta 2,66/RC, nella quale R e C sono espressi nelle stessa unità di misura dette avanti.

Risonanza del sistema filtro In qualche caso si può riscontrare, particolarmente quando si usa un filtro ad ingresso induttivo con un condensatore da 2 μF come prima capacità filtro, che quando la corrente erogata dall'alimentatore assume un determinato valore, ha origine un rumore di fondo eccezionalmente alto mentre i tubi rettificatori tendono a scaricare internamente. Può anche avvenire in tali condizioni che uno dei due tubi si sovraccarichi mentre l'altro è come se fosse spento.

Se allora si spegne l'alimentatore e dopo lo si riaccende, può avvenire che il tubo che prima era quasi spento ora si sovraccarichi, mentre l'altro tubo, che prima era sovraccarico ora non conduce più alcuna corrente.

In queste condizioni può anche avvenire che, al variare della corrente erogata dall'alimentatore il sovraccarico si sposti dall'uno all'altro tubo.

Un tale fenomeno è spesso accompagnato dalla tendenza del primo condensatore filtro a oltrepassare la sua tensione normale di funzionamento oppure da un

eccezionale abbreviarsi della vita dei tubi rettificatori.

Quando avviene uno dei fenomeni suddetti, quasi certamente si ha risonanza del sistema filtro, che è inserito nell'alimentatore ad alta tensione.

La risonanza raramente avviene negli alimentatori per bassa tensione, poichè in questi normalmente si impiegano condensatori di capacità tanto alta da non dar luogo ad alcun fenomeno di risonanza.

Invece negli alimentatori ad alta tensione, nei quali ovviamente induttanze e capacità sono più costose, la risonanza avviene più frequentemente.

Affinchè un gruppo induttanza-capacità risuoni a 120 Hz, occorre che il prodotto dei valori dell'induttanza e della capacità sia di 1,77. Pertanto, un condensatore da 1 μF entrerà in risonanza a 120 Hz con una induttanza da 1,77 H. Normalmente però il prodotto dell'induttanza e della capacità risulta superiore a 1,77 e quindi raramente il gruppo induttanza-capacità risuonerà a 120 Hz. Se invece il prodotto dei valori dell'induttanza e della capacità è di 7,1, il gruppo LC risuonerà a 60 Hz.

Il valore 7,1 per il prodotto LC lo si incontra molto frequentemente in pratica nei filtri ad ingresso induttivo degli alimentatori ad alta tensione. Un tale valore lo si può avere con un condensatore da 2 μF e una induttanza filtro che, per un particolare valore di corrente, risulti di 3,55 H.

Quando in un circuito filtro si impiega un condensatore da 2 μF e una impedenza che, ad una determinata corrente che la attraversi, venga ad assumere una induttanza di 3,55 H, allora si avrà la risonanza del filtro quando la corrente erogata dall'alimentatore raggiunge quel particolare valore per il quale la induttanza risulti appunto di 3,55 H.

Siccome in tali condizioni il filtro risuona alla frequenza stessa della rete, allora uno dei due tubi impiegati nel rettificatore ad onda intera sarà sovraccaricato e se i tubi rettificatori sono a vapore di mercurio, il tubo sovraccaricato avrà una luminosità assai accentuata mentre l'altro sarà quasi oscuro.

In conclusione, bisogna assolutamente evitare che il prodotto LC dell'induttanza e della capacità di un filtro ad ingresso induttivo, sia 1,77 o 7,1.

Quando si fa uso, in un filtro ad ingresso induttivo, di una induttanza fluttuante, che normalmente può variare nel rapporto da 5 a 1 a seconda della corrente che la attraversa, è evidente che può avvenire una risonanza a 60 Hz per valori bassi di corrente e a 120 Hz per valori alti di corrente, corrispondenti quasi al pieno carico dell'alimentatore.

Poichè il prodotto LC, se si vuole ottenere un filtraggio soddisfacente, deve certamente essere superiore a 1,77 (e in tali condizioni si ha anche una ridotta corrente di picco sui tubi rettificatori), allora sarà opportuno, nei filtri con induttanza fluttuante di ingresso, rendere maggiore di 7,1 il prodotto LC corrispondente alla corrente massima, così da essere certi che per qualunque valore di corrente erogata dall'alimentatore, non si abbia in alcun caso risonanza del filtro. Se si vuole avere un coefficiente di sicurezza ragionevole, sarà bene fare in modo che alla corrente massima, il prodotto LC sia superiore a 10.

Da quanto sopra deriva che, se vogliamo usare un condensatore da 2 μF come primo condensatore di un filtro ad ingresso induttivo, sarà opportuno che l'induttanza fluttuante abbia almeno un valore di 5 H a pieno carico e 25 H a vuoto, che è il valore che può trovarsi più facilmente in commercio.

Alcuni tipi di induttanze fluttuanti esistenti in commercio hanno un valore di 3 H a pieno carico e di 12 H a vuoto. Quando si desideri impiegare una di queste induttanze, che sono sensibilmente meno costose delle altre, sarà necessario che il primo condensatore filtro, posto dopo l'induttanza di ingresso, sia di capacità superiore a 2 μF. Si potrà allora fare uso di un condensatore da 3 μF o, meglio ancora, di un condensatore da 4 μF, col quale si otterrà un maggiore coefficiente di sicurezza.

7-2 Circuiti rettificatori

Esistono numerosi tipi di circuiti rettificatori atti ad essere impiegati negli alimentatori che forniscono le tensioni anodiche alle varie apparecchiature delle stazioni.

Fra tali circuiti, si può affermare che i più semplici sono quelli che danno i migliori risultati per le stazioni dilettantistiche nelle quali il livello di potenza degli alimentatori non deve superare il valore massimo consentito dalle disposizioni di legge.

Nella Fig. 6 sono riportati i tre tipi di alimentatore di uso più comune nelle stazioni radiodilettantistiche.

Rettificatori a mezza onda

Nei rettificatori a mezza onda, del tipo cioè di quello illustrato in Fig. 6 (A), si ha il passaggio di metà dell'onda per ogni ciclo della corrente alternata, mentre l'altra metà viene in essi bloccata.

La corrente di uscita risulta del tipo « pulsante » e può essere livellata a mezzo di circuiti filtro, fino a divenire una tensione con-

tinua praticamente senza alcuna traccia di tensione altenativa.

I rettificatori a mezza onda forniscono una corrente pulsante, la quale ha un valore nullo per metà del ciclo della tensione alternata di alimentazione. Per tale motivo risulta difficile filtrarne l'uscita in modo da ottenere una corrente continua assolutamente priva di ondulazione e comunque, dati gli elevati valori di capacità e di induttanza necessari nel filtro, è ben difficile ottenere in questi alimentatori una buona costanza della tensione al variare della corrente da essi fornita, senza ricorrere all'impiego di dispositivi stabilizzatori di tensione.

Rettificatori ad onda intera

I rettificatori ad onda intera sono costituiti da una coppia di rettificatori a mezza onda, che lavorino sulle opposte metà del ciclo, collegati in maniera tale che le due metà della tensione alternata rettificata si combinino all'uscita, alla maniera indicata in Fig. 7.

La corrente pulsante unidirezionale così ottenuta può essere filtrata quanto si vuole a seconda della particolare applicazione alla quale il raddrizzatore va adibito.

I rettificatori ad onda intera a bassa tensione impiegano comunemente tubi con i due anodi e il filamento racchiusi in un unico bulbo di vetro o di metallo.

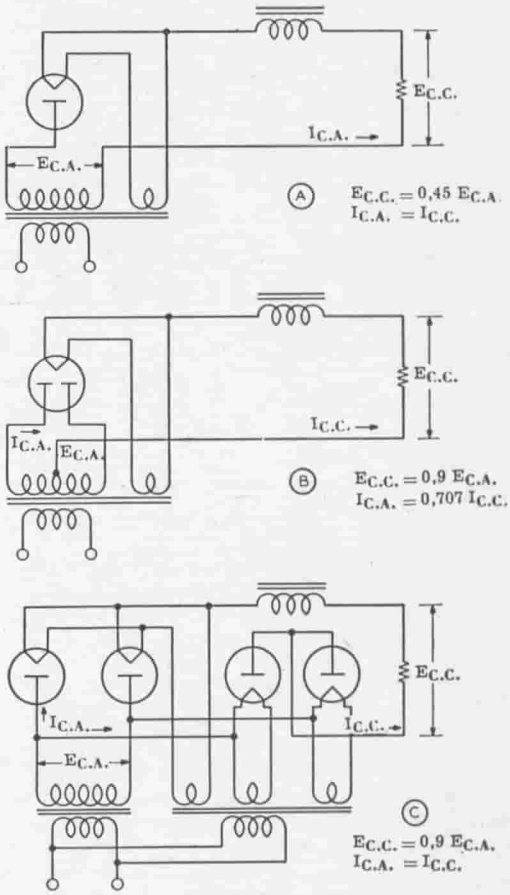


Figura 6.

CIRCUITI RETTIFICATORI DI USO PIU' COMUNE

(A) rappresenta un circuito rettificatore a mezza onda, (B) è il normale circuito rettificatore ad onda intera, che può impiegare o un tubo rettificatore doppio oppure una coppia di tubi rettificatori, (C) è il normale circuito rettificatore a ponte.

Nei rettificatori ad alta tensione normalmente invece si fa uso di due tubi separati, in ognuno dei quali vi è un anodo e un filamento.

Tanto nell'uno quanto nell'altro caso, i due anodi sono colle-

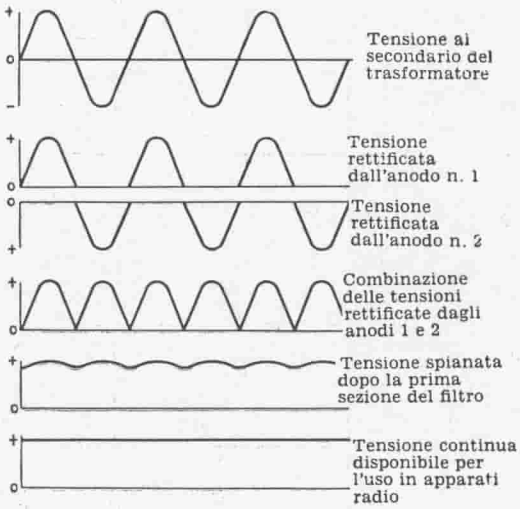


Figura 7.
RETTIFICATORE AD ONDA INTERA

Viene rappresentata la tensione esistente sul secondario del trasformatore; la tensione rettificata di uscita da ciascun tubo; la combinazione delle tensioni rettificate dai due tubi e che costituisce l'uscita del rettificatore. Viene altresì mostrata tale tensione spianata dopo essere passata attraverso una sezione del filtro e infine la tensione di uscita dal rettificatore, dopo essere passata attraverso altre sezioni di filtro. Questa ultima tensione è sostanzialmente una tensione continua pura.

gati ai terminali ad alta tensione del secondario del trasformatore di alimentazione alla maniera indicata dalla Fig. 6 (B).

Il trasformatore di alimentazione ha lo scopo di trasformare la tensione della rete di distribuzione in modo da ottenere nei secondari le necessarie tensioni di accensione dei filamenti e le tensioni per l'alimentazione degli anodi dei tubi rettificatori.

A mezzo del trasformatore gli anodi dei tubi rettificatori vengono sottoposti ad una tensione alternata in modo che uno di essi risulti positivo per tutto il tempo durante il quale l'altro è negativo. Il punto centrale del secondario ad alta tensione del trasformatore di alimentazione anodica normalmente viene collegato a massa e pertanto, essendo ad una tensione continua nulla, costituisce il polo negativo della tensione di alimentazione anodica.

Durante il tempo in cui l'anodo di un tubo è a potenziale positivo rispetto al catodo, nel tubo si ha passaggio di corrente mentre l'altro tubo risulta inoperante. Nel semiperiodo successivo avviene l'opposto.

Le tensioni di uscita dei tubi rettificatori vengono sovrapposte mediante il circuito comune dei filamenti. In tal modo gli anodi alternativamente alimentano il circuito di uscita (carico) fornendo a questo una corrente pulsante.

I filamenti e i catodi dei tubi rettificatori hanno sempre, in questo tipo di circuito rettificatore, un potenziale positivo rispetto all'avvolgimento del secondario del trasformatore di alimentazione anodica.

La corrente di uscita risulta pulsante alla frequenza di 100 Hz, quando un rettificatore ad onda intera viene collegato ad una rete di alimentazione a 50 Hz. Perciò, nelle applicazioni radio, è necessario che l'uscita del rettifica-

tore passi attraverso un filtro di spianamento che ne elimini le componenti alternative e fornisca così solo la componente continua.

I filtri hanno lo scopo di selezionare o bloccare le componenti alternative: quelli usati più frequentemente negli alimentatori sono del tipo passa-basso. A mezzo di essi avviene che le correnti pulsanti, che hanno frequenza superiore alla frequenza di taglio del filtro, non lo attraversano e non arrivano quindi al carico. La corrente continua può considerarsi come corrente alternata a frequenza zero.

Le pulsazioni a 100 Hz hanno caratteristiche eguali a quelle di una corrente alternata vera e propria e verranno fortemente attenuate dal filtro se questo ha una frequenza di taglio inferiore a 100 Hz, che è la frequenza fondamentale di ondulazione esistente in un rettificatore ad onda intera alimentato da una rete a 50 Hz.

Rettificazione a ponte

Il rettificatore a ponte (Fig. 6 C) è un tipo di circuito rettificatore ad onda intera nel quale si hanno quattro elementi oppure tubi raddrizzatori inseriti sull'uscita dell'avvolgimento ad alta tensione del trasformatore di alimentazione.

Poichè dai rettificatori a ponte può essere ottenuta una tensione di uscita doppia rispetto ai rettificatori ad onda intera aventi il secondario ad alta tensione con presa centrale, la corrente di uscita erogabile da un trasformatore di determinate dimensioni potrà essere evidentemente solo metà di quella erogabile quando si fa uso del circuito della Fig. 6 (B) ad onda intera.

Nel circuito rettificatore a ponte sono necessari quattro rettificatori e tre avvolgimenti secondari separati per la accensione dei filamenti, contro i due rettificatori e un unico avvolgimento secondario di accensione dei filamenti, necessari per i rettificatori ad onda intera con presa centrale sul secondario alta tensione.

Nei circuiti rettificatori a ponte il picco di tensione inversa applicata su ciascun tubo rettificatore risulta metà e ciò consente di usare in tali circuiti, per un determinato valore di tensione di uscita, tubi aventi una più bassa tensione anodica di picco applicabile.

7-3 Circuiti normali di alimentatori

Su tutti e tre gli alimentatori mostrati in Fig. 6 si è fatto uso del filtro ad ingresso induttivo, poichè con tale tipo di filtro si ottiene il migliore sfruttamento delle possibilità offerte dai tubi rettificatori e dal trasformatore di alimentazione. Inoltre con i fil-

tri ad ingresso induttivo si ha la migliore stabilità della tensione erogata dall'alimentatore al variare della corrente assorbita.

Quando il carico su un alimentatore è abbastanza costante, per cui non ha molta importanza il fattore stabilità e quando si desideri ottenere la più alta tensione di uscita dall'alimentatore, si potrà fare uso dei filtri ad ingresso capacitivo. Occorre però fare attenzione che non venga oltrepassato in nessun istante il valore massimo della corrente erogabile da parte dei tubi rettificatori.

In assenza di carico, con i filtri ad ingresso capacitivo si ottiene dal raddrizzatore una tensione continua di uscita approssimativamente uguale al valore massimo (valore di picco) della tensione alternativa applicata ai tubi rettificatori. Invece a pieno carico la tensione continua di uscita del raddrizzatore risulterà leggermente superiore al valore efficace della tensione alternativa fornita dal secondario di alta tensione del trasformatore di alimentazione. Ciò avviene quando si fa uso di condensatori di entrata al filtro di valore normale. Usando invece condensatori con capacità molto alta si ottengono, anche a pieno carico, tensioni di uscita alquanto maggiori della tensione efficace fornita dal secondario di alta tensione applicata agli anodi dei tubi rettificatori, ma può avvenire che il picco di corrente che attraversa questi tubi risulti molte volte maggiore della corrente continua di uscita fornita dall'alimentatore.

Il rettificatore a mezza onda della Fig. 6 A viene usato comunemente con un filtro ad ingresso capacitivo, o anche con un filtro a resistenza-capacità, specialmente come alimentatore ad alta tensione per tubi a raggi catodici. In questa applicazione, la corrente erogata dal raddrizzatore risulta estremamente piccola, sicchè ben raramente viene oltrepassata la corrente di picco erogabile dal tubo rettificatore.

Il circuito della Fig. 6 B viene usato più comunemente negli alimentatori anodici a media tensione, poichè con questo circuito si realizzano forti economie nei trasformatori di accensione dei filamenti, nei tubi rettificatori, negli zoccoli e anche l'ingombro di un tale rettificatore risulta ridotto.

Infine il circuito della Fig. 6 C comunemente indicato col nome di rettificatore a ponte, fornisce la migliore utilizzazione del trasformatore, ciò che rende questo circuito molto adatto come alimentatore per le potenze più alte.

Questo circuito presenta il vantaggio che viene permanentemente utilizzato tutto il secondario del trasformatore di alimentazione, mentre nel rettificatore ad onda intera vengono usati alternativa-

mente l'una e l'altra metà del secondario alta tensione.

È inoltre interessante notare che, in conseguenza della migliore utilizzazione del trasformatore, nel rettificatore a ponte la corrente che circola nel secondario del trasformatore di alimentazione è una pura corrente alternata mentre la corrente che circola nel secondario del trasformatore di alimentazione dei rettificatori ad onda intera è una corrente continua pulsante.

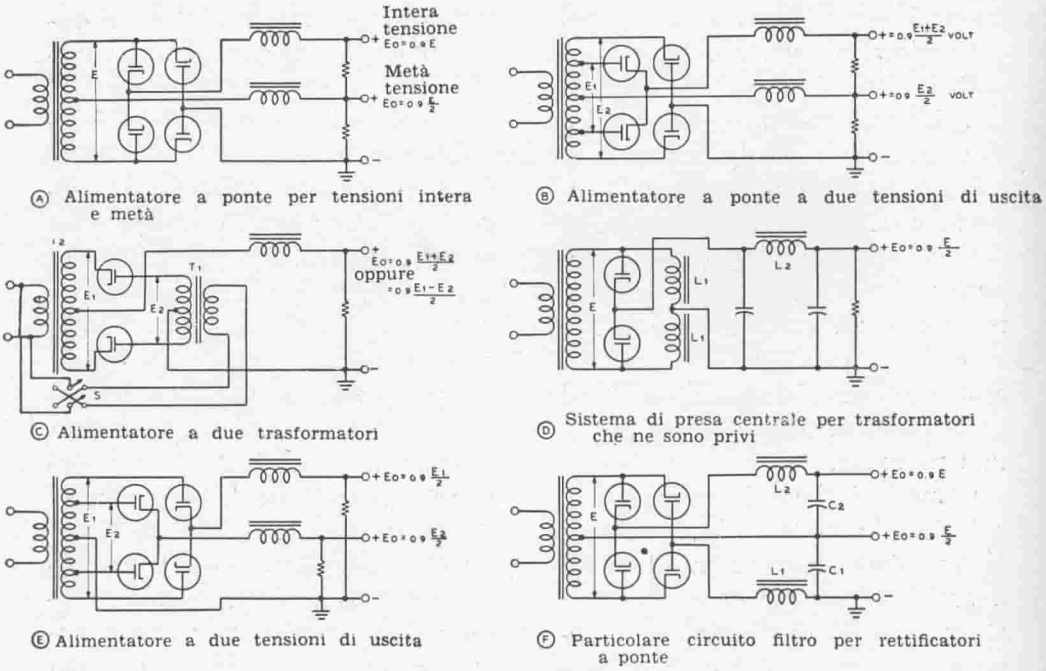
Come si è detto in precedenza, col circuito di Fig. 6 C si ottiene la massima potenza raddrizzata a parità di peso e costo del trasformatore di un alimentatore monofase.

Ma se in un rettificatore a ponte si fa uso di un trasformatore progettato per un rettificatore a onda intera, allo scopo di raddoppiare la tensione ottenibile con un tale trasformatore, allora bisogna accertarsi che la bobina del secondario ad alta tensione di questo trasformatore sia sufficientemente isolata. Nel circuito rettificatore a ponte il centro dell'avvolgimento del secondario ad alta tensione viene a trovarsi ad una tensione continua che è uguale a metà della tensione continua di uscita dal rettificatore. Invece, in un normale circuito rettificatore ad onda intera il centro dell'avvolgimento ad alta tensione è quasi sempre al potenziale di massa. Inoltre nel rettificatore a ponte, tutto il secondario ad alta tensione del trasformatore viene sottoposto ad una sollecitazione di tensione doppia di quella esistente nello stesso trasformatore quando impiegato in un normale rettificatore ad onda intera.

I trasformatori di alimentazione ad onda intera, se di buona qualità, sono in grado di essere impiegati nei raddrizzatori a ponte, purchè la tensione di uscita erogata da questi non sia superiore a circa 4500 V. Se invece si impiegano trasformatori di basso prezzo e quindi di qualità scadente, il cui isolamento è perciò appena dimensionato per un funzionamento ad onda intera, avverrà molto probabilmente una scarica fra gli avvolgimenti quando il secondario alta tensione viene impiegato in un circuito rettificatore a ponte.

Speciali circuiti rettificatori monofasi

Nella Fig. 8 sono rappresentati sei circuiti che possono avere utili applicazioni quando si desideri ottenere più di una tensione di uscita impiegando un solo secondario di alta tensione di un trasformatore di alimentazione. Alcuni di tali circuiti possono altresì essere usati quando si desiderino particolari combinazioni di tensioni di uscita dall'alimentatore.



Ⓐ Alimentatore a ponte per tensioni intera e metà

Ⓑ Alimentatore a ponte a due tensioni di uscita

Ⓒ Alimentatore a due trasformatori

Ⓓ Sistema di presa centrale per trasformatori che ne sono privi

Ⓔ Alimentatore a due tensioni di uscita

Ⓕ Particolare circuito filtro per rettificatori a ponte

Figura 8.
PARTICOLARI CIRCUITI RETTIFICATORI MONOFASI

Nel testo vengono descritti le applicazioni e il funzionamento di ciascuno di questi particolari circuiti rettificatori.

Nella Fig. 8 A è illustrato un circuito, usato in qualche caso, che consente di ottenere da un rettificatore a ponte la piena tensione di uscita e una tensione metà di questa. In questo circuito debbono essere usati, su entrambe le tensioni, due differenti filtri di spianamento ad ingresso induttivo.

Se nel circuito della Fig. 8 A si fa uso di un trasformatore di alimentazione progettato per venire impiegato in un rettificatore ad onda intera, l'erogazione di corrente sulla uscita a piena tensione viene ad essere raddoppiata poichè ad essa si aggiunge la erogazione di corrente dalla uscita a metà tensione.

Bisogna quindi eseguire la somma delle due correnti per accertarsi che le prestazioni del trasformatore non vengano superate.

Così se un trasformatore è dimensionato in modo da poter fornire 500 mA alla tensione di 1250 V, sarà possibile fargli erogare 250 mA a 2500 V, quando non viene inserito alcun carico sulla pre-

sa a 1250 V. Sarà anche possibile fare erogare 200 mA sulla presa a 1250 V, quando l'erogazione sull'uscita a 2500 V è di 150 mA e così via.

Nella Fig. 8 B è illustrato un sistema che consente di ottenere, in un alimentatore a ponte, due tensioni il cui rapporto sia diverso dal valore 2 a 1, che si ottiene invece col circuito della Fig. 8 A. Per il circuito della Fig. 8 B è però necessario un trasformatore il quale abbia varie prese sul secondario di alta tensione.

Con il circuito della Fig. 8 B la tensione intermedia risulta maggiore di metà della tensione massima disponibile all'estremità dell'avvolgimento. Se però si modifica il circuito in modo che gli anodi dei due tubi rettificatori siano collegati sugli estremi dell'avvolgimento invece che su prese intermedie di questo, la tensione totale di uscita dall'alimentatore sarà ancora la stessa, ma la tensione intermedia sarà minore della metà della massima tensione fornita dall'alimentatore.

Un interessante circuito di alimentatore che consente di ottenere una tensione di uscita variabile, è quello rappresentato dalla Fig. 8 C. Questo circuito può venire usato per aumentare o ridurre la tensione erogata da un alimentatore di tipo usuale, che sarebbe costituito solo dal trasformatore T_1, mediante l'aggiunta di un altro trasformatore collegato agli emettitori dei due tubi rettificatori. I circuiti degli emettitori (filamento o catodo) dei due tubi vanno isolati l'uno dall'altro e fra essi va inserito il secondario di alta tensione di un altro trasformatore di alimentazione. La tensione esistente sul secondario del trasformatore T_2 si viene a sommare o a sottrarre con la tensione prodotta dal secondario di T_1 mediante la semplice manovra del commutatore a due vie - due posizioni, indicato con S nella Fig. 8 C.

Un inconveniente notevole di questo circuito, che ne può ostacolare la applicazione, consiste nel fatto che il secondario del trasformatore T_2 deve avere un isolamento tale da resistere, senza scaricare, alla tensione massima erogata dall'alimentatore.

Nella Fig. 8 D è illustrato il modo col quale può venire attuato un raddrizzatore ad onda intera, impiegando un trasformatore di alimentazione il cui secondario di alta tensione sia privo di presa centrale.

Le due impedenze L_1 debbono avere induttanza sufficientemente alta, valutata alla corrente di lavoro erogata dall'alimentatore anodico, in modo da non costituire un carico eccessivo sulla tensione alternata esistente sul secondario del trasformatore di alimentazione, dato che alternativamente tut-

ta la tensione del secondario risulta applicata ora su una, ora sull'altra impedenza L_1.

Siccome attraverso ciascuna delle due impedenze L_1 passa metà della corrente totale sviluppata dall'alimentatore, occorrerà dimensionare le impedenze L_1 per una corrente metà di quella per la quale viene dimensionata la impedenza L_2.

Siccome le due impedenze L_1 funzionano come induttanze di ingresso del filtro dell'alimentatore, non sarà necessario impiegare alcuna ulteriore impedenza di ingresso al filtro.

Nella Fig. 8 E è riportato lo schema di un normale alimentatore a doppia tensione di uscita, con presa centrale del secondario del trasformatore collegata a massa. Le due tensioni di uscita da questo alimentatore sono completamente indipendenti l'una dall'altra e non interdipendenti, come invece avviene col circuito della Fig. 8 B.

Il circuito della Fig. 8 F è di impiego vantaggioso quando si desideri alimentare un modulatore in Classe B ad una tensione che sia metà della tensione totale fornita da un alimentatore anodico a ponte, mentre l'amplificatore finale a radiofrequenza viene alimentato da tutta la tensione fornita dall'alimentatore.

Tanto L_1 quanto L_2 costituiscono induttanze di ingresso dei due filtri ma, mentre la corrente fornita dall'alimentatore passa attraverso L_1, attraverso L_2 passa solo la corrente assorbita dall'amplificatore finale a radiofrequenza. I condensatori C_1 e C_2 risultano sottoposti ad una tensione che è la metà di quella massima sviluppata dall'alimentatore e quindi dovranno essere dimensionati per tale tensione dimezzata, più l'usuale coefficiente di sicurezza.

Il circuito della Fig. 8 F si presta vantaggiosamente ad abbassare la tensione corrispondente al tasto alzato di un trasmettitore per telegrafia ad onde persistenti poichè, essendo L_1 ed L_2 in serie (e quindi sommandosi le loro induttanze) esse consentono di tenere lontano dal valore critico il filtro ad ingresso induttivo.

Assegnando ai condensatori C_1 e C_2 una capacità di 4 μF si otterrà, su entrambe le tensioni anodiche fornite dall'alimentatore, un filtraggio sufficiente, tale da consentire l'impiego delle due tensioni in radiofonia a modulazione di ampiezza con basso livello di rumore di fondo.

Circuiti rettificatori polifasi

Quando la potenza che deve essere fornita da un alimentatore è maggiore di circa un kilowatt, normalmente si fa uso, nelle apparecchiature destinate ad un servizio di carattere commer-

ciale, di sistemi di rettificazione polifasi.

Questi tipi di alimentatori forniscono una migliore utilizzazione dei trasformatori, una ondulazione di minore entità e un migliore fattore di potenza sulla rete di alimentazione.

Per contro, l'impiego di sistemi raddrizzatori polifasi comporta naturalmente la necessità di disporre di una linea di alimentazione trifase (o quanto meno bifase con collegamento di Scott).

Nella Fig. 9 sono rappresentati alcuni dei circuiti di alimentatori polifasi di uso più frequente e sono riportate le loro caratteristiche più importanti.

Da un esame di quanto è contenuto nella Fig. 9 appare evidente come, con l'uso di alimentatori trifasi, si ottiene un aumento della frequenza fondamentale dell'ondulazione accompagnato da una diminuzione della percentuale di ondulazione rapportata alla tensione continua fornita dagli alimentatori stessi.

Il circuito della Fig. 9 C consente di ottenere la migliore utilizzazione del trasformatore, analogamente a come avviene nei circuiti a ponte monofasi. Tale circuito ha anche il pregio che nessuna componente continua attraversa l'avvolgimento del trasformatore, ciò che rende possibile usare tre trasformatori monofasi in luogo di un solo trasformatore trifase.

Potrebbe essere effettuata una presa centrale su metà tensione dei tre secondari a stella, ma ciò darebbe luogo al passaggio di una corrente continua nei secondari del trasformatore.

Con il circuito della Fig. 9 A si ha l'inconveniente che ciascuno degli avvolgimenti secondari del trasformatore viene attraversato da corrente continua.

Rettificatori Gli elementi rettificatori degli alimentatori anodici ad alta tensione sono pressochè sempre costituiti da tubi elettronici, del tipo a vuoto spinto o del tipo a vapore di mercurio. Qualche volta si fa uso di raddrizzatori al selenio impieganti un numero sufficientemente alto di elementi.

Gli alimentatori a bassa tensione e forte corrente possono impiegare rettificatori in argon (tubi Tungar), rettificatori al selenio o altri tipi di rettificatori a secco.

Recentemente è stato riscontrato che, sostituendo in un tubo elettronico raddrizzatore il vapore di mercurio con gas xenon, si ottengono alcuni vantaggi, primo dei quali è la possibilità di far funzionare questi tubi a temperature molto basse oppure molto alte, alle quali temperature il funzionamento dei tubi raddrizzatori a vapore di mercurio è molto di-

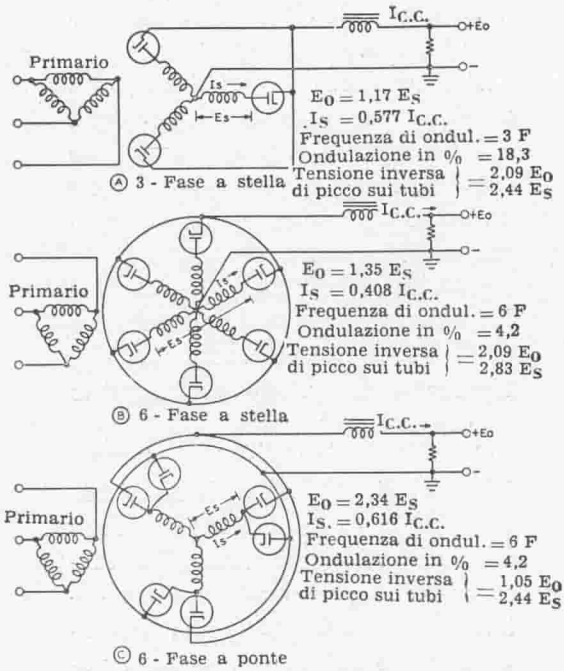


Figura 9.

CIRCUITI RETTIFICATORI POLIFASI DI USO PIU' FREQUENTE

Questi circuiti possono venire impiegati quando per la alimentazione anodica di trasmettitori di forte potenza sia disponibile una tensione di rete polifase. Il circuito (B) normalmente viene indicato come « circuito rettificatore trifase ad onda intera ». La descrizione di questi circuiti è riportata nel testo.

fettoso. Un esempio di tali tubi a xenon è costituito dal tubo 3B25.

Purtroppo però i tubi rettificatori a xenon sono considerevolmente più costosi dei loro corrispondenti a vapore di mercurio.

Picco di tensione anodica inversa a picco di corrente anodica

In un circuito a corrente alternata, la tensione massima di picco e la corrente massima di picco, sono $\sqrt{2}$ ossia 1,41 volte il valore indicato dagli strumenti a corrente alternata.

Gli strumenti indicano il valore efficace che, per un'onda sinoidale, è uguale al valore di picco diviso per 1,41.

Se la tensione esistente ai capi di un secondario ad alta tensione di un trasformatore di alimentazione è di 1000 V efficaci, la tensione di picco applicata all'anodo del tubo rettificatore e riferita a massa è di 1410 V.

In un rettificatore monofase, sul tubo rettificatore tale tensione di picco risulta applicata tanto nella semionda positiva, quando cioè il tubo conduce, quanto nell'altra semionda, o semionda inversa, quando non passa corrente attraverso il tubo.

Il picco di tensione anodica in-

versa, alla quale il tubo resiste sicuramente, è un dato caratteristico dei tubi raddrizzatori.

Se a un tubo raddrizzatore si applica una tensione più alta di tale valore, è molto probabile che avvenga un arco internamente ad esso. Tale arco può distruggere o danneggiare il tubo.

Le relazioni fra tensione inversa di picco, tensione totale sviluppata dal secondario di alta tensione del trasformatore e tensione di uscita dal filtro, dipendono dalle caratteristiche del filtro e del circuito rettificatore usati (cioè se questo è a onda intera o a mezza onda, a ponte, monofase o polifase, ecc.).

Un'altra caratteristica essenziale dei tubi rettificatori è costituita dal picco di corrente anodica. La corrente continua che un tubo, o vari tubi rettificatori, possono fornire ad un carico, dipende dal tipo di circuito filtro usato. Un rettificatore ad onda intera, con filtro ad ingresso capacitivo, sottopone i tubi rettificatori in esso impiegati ad un picco di corrente che è varie volte maggiore della corrente continua fornita al carico.

In un filtro con ingresso induttivo, il picco di corrente dei tubi rettificatori è solo leggermente maggiore della corrente di carico, specialmente quando l'induttanza di ingresso del filtro è sufficientemente alta (supponendo una rettificazione ad onda intera).

Un rettificatore ad onda intera con due elementi rettificatori richiede un trasformatore che sviluppi una tensione alternata doppia rispetto a quella necessaria con raddrizzatori ad una semionda o a ponte.

Tubi rettificatori o vapore di mercurio

Negli alimentatori anodici ad alta tensione per trasmettitori dilettantistici e commerciali si fa uso pressochè universale dei tubi raddrizzatori a vapore di mercurio.

Molti dilettanti hanno ormai familiarità con l'uso di questo tipo di tubi, che hanno un costo relativamente basso. Tuttavia è opportuno ricordare che quando vien messo in servizio un tubo a vapore di mercurio che sia stato per molto tempo inoperoso oppure che sia stato appena acquistato, è necessario accendere il filamento alla normale temperatura per un tempo di almeno venti minuti, trascorso il quale tempo può essere applicata la tensione anodica al tubo. Questa precauzione ha lo scopo di eliminare qualsiasi residuo di mercurio dal catodo e di pulire dagli eventuali depositi di mercurio, la sommità del bulbo di vetro del tubo.

Dopo eseguito questo preliminare trattamento al tubo, ogni

qualvolta l'alimentatore viene posto in funzione occorre dapprima accendere il filamento alla sua normale tensione di lavoro e, trascorsi 20 o 30 secondi, si può applicare la tensione anodica al tubo rettificatore. Se la tensione anodica venisse applicata prima che il filamento abbia raggiunta la sua normale accensione, potrebbe avvenire l'asportazione del materiale attivo che ricopre il filamento, che è sempre del tipo con rivestimento di ossido, e la vita del tubo verrebbe fortemente ridotta.

Spesso, in serie ai collegamenti che portano la tensione agli anodi dei tubi rettificatori a vapore di mercurio, vanno poste piccole impedenze a radiofrequenza, che hanno lo scopo di evitare che abbiano origine disturbi a radiofrequenza che altrimenti accompagnerebbero il funzionamento dei tubi rettificatori a vapore di mercurio. Queste impedenze a radiofrequenza debbono essere costruite con conduttori di sezione sufficiente a portare la corrente sviluppata dall'alimentatore sul carico e debbono avere una induttanza di valore tale da attenuare fortemente le correnti parassite di disturbo a radiofrequenza, evitando così che queste pervengano ai collegamenti del filtro di spianamento e che quindi vengano irradiate, disturbando i ricevitori funzionanti nelle vicinanze.

Vi sono diverse ditte che costruiscono bobine di impedenza contro i disturbi a radiofrequenza dei raddrizzatori a vapore di mercurio e che hanno in catalogo vari tipi di bobine a seconda delle correnti che queste debbono sopportare.

Quando i tubi rettificatori a vapore di mercurio vengono montati in parallelo negli alimentatori, occorre sistemare in serie con il collegamento anodico di ciascun tubo una piccola resistenza o una piccola impedenza a bassa frequenza. Lo scopo di queste resistenze o impedenze è quello di consentire una suddivisione in parti eguali della corrente anodica sui vari tubi, evitando così che un tubo conduca una corrente molto maggiore di quella degli altri tubi. Queste resistenze o impedenze non sono necessarie quando, invece, in un raddrizzatore vengono usati tubi rettificatori a vuoto spinto, in parallelo fra loro.

Alimentatori senza trasformatore

Nella Fig. 10 è rappresentato un gruppo di cinque tipi differenti di alimentatori senza trasformatore, che possono funzionare direttamente inseriti su una linea di alimentazione a corrente alternata.

Tali circuiti trovano applicazione nei radioricevitori alimentabili a corrente continua e alternata. Possono altresì essere usati in ec-

citatori di bassa potenza e in strumenti di misura.

Quando un circuito rettificatore, come quello illustrato nelle Figg. 10 A e 10 B viene inserito direttamente su una rete di alimentazione a corrente alternata, l'elemento rettificatore esegue la semplice rettificazione della tensione di rete, lasciando passare solo un semiperiodo di tale tensione, che viene così applicato al circuito filtro.

Con i normali tipi di tubi rettificatori, dai raddrizzatori senza trasformatore possono ottenersi correnti fino a 75 mA circa.

La tensione continua di uscita dal filtro risulta leggermente minore del valore efficace della tensione di rete e dipende dal tipo particolare di tubo rettificatore usato.

Con l'impiego dei rettificatori miniatura al selenio, recentemente è divenuto possibile ottenere dagli alimentatori senza trasformatore, e in maniera molto conveniente, correnti fino a 500 mA.

I rettificatori al selenio, usati negli alimentatori diretti dalla rete, presentano un gran numero di vantaggi rispetto ai rettificatori termoionici. Uno di questi vantaggi è rappresentato dal fatto che i rettificatori al selenio entrano in funzione istantaneamente. Altro vantaggio è che non necessitano di energia per riscaldare l'emettitore. Il calore generato durante il funzionamento dei rettificatori al selenio è molto minore di quello prodotto dai normali tubi rettificatori a vuoto spinto.

Nei circuiti delle Figg. 10 A, 10 B e 10 C i condensatori C_1 e C_2 debbono essere dimensionati per una tensione di lavoro di almeno 1,41

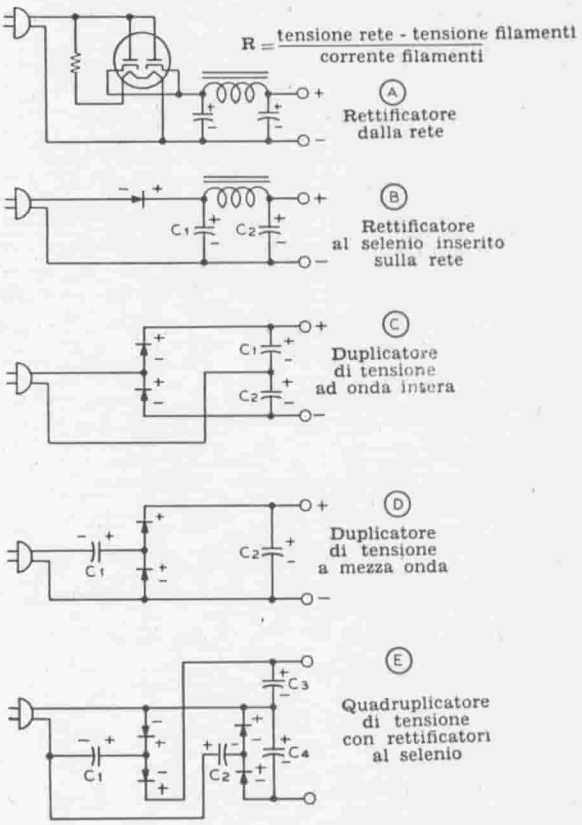


Figura 10.

CIRCUITI ALIMENTATORI SENZA TRASFORMATORE

I circuiti come quelli illustrati qui sopra spesso vengono denominati « circuiti rettificatori diretti dalla rete ». In questi circuiti, come elementi rettificatori, si può fare uso di rettificatori al selenio o di diodi termoionici a vuoto o a gas.

volte la tensione di rete e debbono avere una capacità fra 15 e 60 μF per fornire un filtraggio adeguato.

Nel circuito della Fig. 10 D il condensatore C_1 deve essere dimensionato per una tensione di lavoro almeno 1,41 volte la tensione di rete, mentre il condensatore C_2 dovrà poter resistere ad una tensione di lavoro doppia rispetto a quella di C_1.

I condensatori C_1 e C_2 del circuito della Fig. 10 E debbono essere dimensionati per una tensione di lavoro di almeno 1,41 volte la tensione di rete mentre C_3 e C_4 debbono poter resistere ad una tensione di lavoro doppia rispetto a quella di C_1 e C_2.

La tensione continua di uscita da un alimentatore diretto dalla rete può essere stabilizzata mediante l'impiego di tubi VR. Però, siccome i rettificatori a selenio hanno una resistenza interna estremamente bassa, gli alimentatori diretti dalla rete presentano normalmente la caratteristica di avere una tensione di uscita pochissimo variabile al variare del carico.

Circuiti duplicatori di tensione

Le Figg. 10 C e 10 D rappresentano due semplici circuiti duplicatori di tensione, con i quali si ottiene una tensione continua di uscita uguale approssimativamente al doppio del valore efficace della tensione di rete. La loro tensione di uscita, quando essi non erogano alcuna corrente, è uguale a 2,82 volte la tensione efficace di rete. Quando essi erogano una corrente relativamente alta, la tensione di uscita da tali rettificatori può divenire leggermente minore del doppio del valore efficace della tensione di rete.

Il circuito della Fig. 10 C verrà usato preferibilmente quando si desidera realizzare un alimentatore con livello di ondulazione estremamente basso, dato che la sua frequenza di ondulazione è doppia rispetto a quella di rete.

Il circuito della Fig. 10 D può essere vantaggiosamente usato quando si desideri utilizzare il polo di massa della rete di alimentazione come circuito di ritorno dell'alimentatore, per installazioni a carattere permanente. Però si tenga presente che la frequenza di ondulazione del circuito 10D è la stessa della frequenza di rete.

Quadruplicatori di tensione

Il circuito della Fig. 10 E rappresenta un circuito quadruplicatore di tensione, nel quale vengono normalmente impiegati rettificatori al selenio del tipo miniaturizzato. Il circuito della Fig. 10 E equivale a due circuiti del tipo 10 D, con le loro uscite collegate in serie. Con carico normale, il circuito sviluppa

una tensione continua di uscita uguale a circa quattro volte il valore efficace della tensione di rete. Quando il raddrizzatore non eroga alcuna corrente, la sua tensione di uscita è uguale a 5,66 volte la tensione efficace di rete e decresce piuttosto rapidamente, man mano che aumenta la corrente assorbita dal carico.

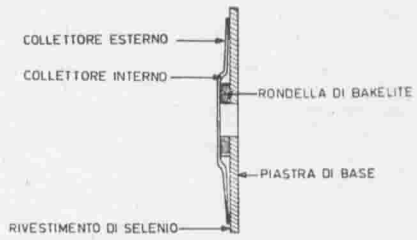
In tutti i circuiti della Fig. 10 si è previsto l'uso di rettificatori al selenio. È evidente che questi possono essere sostituiti da tubi rettificatori a vuoto spinto, con i riscaldatori connessi in serie fra loro e, tramite una resistenza di appropriato valore, inseriti sulla rete di alimentazione.

7-4 Rettificatori al selenio e al silicio

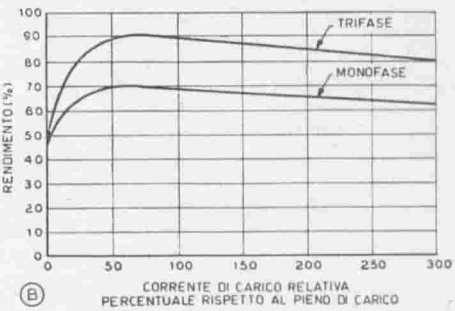
I rettificatori al selenio sono caratterizzati da una durata assai lunga, da resistenza a eventuali cortocircuiti (purchè di breve durata) e dalla possibilità di funzionare in condizioni di lavoro particolarmente severe dal punto di vista meccanico.

I rettificatori al selenio sono costituiti da una piastra di alluminio nichelato galvanicamente, rivestito di selenio spruzzato a bassa temperatura. La piastra di base funziona da elettrodo negativo mentre la lega di selenio è il positivo.

La corrente circola facilmente nella direzione dalla piastra di base verso la lega di selenio, mentre incontra una resistenza alta nella direzione opposta (Fig. 11). Questa caratteristica dà luogo ad una efficace rettificazione di una tensione alternata applicata al rettificatore o di una corrente alternata che lo attraversi. Il rendimento della conversione da al-



Ⓐ ELEM RETTIFICATORE AL SELENIO



Ⓑ

Figura 11.
IL RETTIFICATORE AL SELENIO

A) - Il rettificatore al selenio è un dispositivo a semiconduttore costituito da un disco di alluminio nicheiato, rivestito da una parte con una lega di selenio.

B) - Il rendimento del rettificatore è alto, raggiungendo il 70% per rettificatori monofasi ad una semionda.
Il rendimento diminuisce leggermente quando le correnti fornite dall'alimentatore sono molto forti.

ternata in continua è funzione del rapporto fra la resistenza offerta nella direzione di conduzione e la resistenza nella direzione di non conduzione. Nelle normali applicazioni, nei rettificatori si può ritenere soddisfacente un rapporto fra resistenza inversa e resistenza diretta, di 100 a 1. Però, in applicazioni speciali, come ad esempio negli amplificatori magnetici, spesso sono necessari rapporti di rettificazione dell'ordine di 1000 a 1.

L'elemento rettificatore al selenio costituisce in realtà un diodo capace di eseguire la rettificazione di una semionda. Siccome per molte applicazioni è necessario eseguire la rettificazione ad onda intera (e ciò allo scopo di ottenere il massimo rendimento dagli alimentatori e la minima tensione di ondulazione), si usa riunire in unico blocco una certa quantità di elementi, collegati in serie, in parallelo, o in serie parallelo.

I rettificatori al selenio possono funzionare in un ampio campo di tensioni e di correnti. Il campo di applicazione dei rettificatori al selenio si estende infatti da pochi volt a parecchie centinaia di volt, con correnti che possono andare da pochi milliampere fino a migliaia di ampere.

Il rendimento dei rettificatori al selenio di buona qualità è alto, aggirandosi fra circa il 90% (per i circuiti rettificatori a ponte) e circa il 70% (per i rettificatori ad una sola semionda).

Di particolare interesse nei rettificatori al selenio è la caratteristica di presentare una bassa diminuzione di rendimento quando vengono sottoposti ad eventuali forti correnti di sovraccarico (vedi Fig. 11 B).

Tensioni di soglia e invecchiamento Perchè un rettificatore al selenio possa funzionare, occorre che ad esso venga applicata una tensione più alta di un determinato valore minimo. Infatti, con tensioni più alte di tale valore i rettificatori al selenio presentano una maggiore differenza fra conduzione diretta e conduzione inversa. Questa tensione minima normalmente è chiamata « tensione di soglia ».

Da quanto sopra, risulta che non è conveniente impiegare i rettificatori al selenio con tensioni estremamente basse (inferiori ad 1 V).

La tensione di soglia varia con la temperatura, nel senso che aumenta al diminuire della temperatura.

Con il funzionamento, i rettificatori al selenio invecchiano. (Si ha invecchiamento anche lasciando i rettificatori al selenio inoperosi, ma in questo caso l'invecchiamento è meno rilevante).

Quando un rettificatore al selenio è in fase di invecchiamento,

la sua resistenza diretta aumenta gradualmente e dopo circa un anno si stabilizza ad un valore più alto di quello che si aveva quando il rettificatore era nuovo.

In conseguenza dell'invecchiamento si ha normalmente una minore tensione di uscita, che può risultare di circa il 7% più bassa di quella che si aveva a rettificatore nuovo.

Stabilità della tensione

I rettificatori al selenio hanno una resistenza interna estremamente bassa, la quale dipende dalla tensione applicata, secondo una relazione di tipo non lineare. In conseguenza di ciò si ha che con i rettificatori al selenio la stabilità della tensione erogata al variare del carico risulta ottima.

La Fig. 12 mostra che in un alimentatore con rettificatore al selenio la tensione di uscita varia appena del 10% variando il carico da zero al 300% del carico nominale.

Bisogna rilevare che per effetto della caratteristica non lineare, la caduta di tensione subisce una variazione piuttosto rapida quando il carico è minore del 50% rispetto al carico normale.

Rettificatori al silicio

In seguito ai più recenti sviluppi nel campo dei semiconduttori sono stati

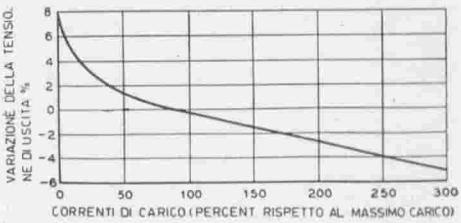


Figura 12.

STABILITA' DI TENSIONE DI UN RETTIFICATORE AL SELENIO

Questo grafico si riferisce ad un circuito rettificatore monofase ad onda intera, a ponte, oppure a un circuito rettificatore monofase a due semionde con presa centrale sul secondario ad alta tensione. In questi circuiti, come è noto, vengono rettificate entrambe le semionde della tensione applicata. Nei circuiti rettificatori monofasi a mezza onda, la stabilità al variare del carico è meno buona.

perfezionati i rettificatori al silicio, che offrono il più promettente campo di applicazioni. Essi infatti sono in grado di funzionare ugualmente bene a temperature molto basse o alte e per potenze che vanno da pochi watt a molte centinaia di watt.

La particolare proprietà del silicio è quella di poter funzionare come semiconduttore estrinseco fino a temperature dell'ordine dei 200°. È solo verso temperature così alte che diviene rilevante la semiconduttività intrinseca. Per effetto di ciò si ha che i rettificatori al silicio possono funzionare a temperature alle quali qualsiasi altro dispositivo a semiconduttore cesserebbe di funzionare.

La proprietà di poter funzionare ad alta temperatura, unita

al volume specifico molto piccolo (per watt di potenza di uscita raddrizzata fornita dal rettificatore), rende i rettificatori al silicio particolarmente utili in molte applicazioni nelle quali non potrebbero essere impiegati altri tipi di rettificatori.

Densità di corrente del silicio La densità di corrente nei rettificatori al silicio è estremamente alta. Attualmente essa si aggira su circa $1 \div 1{,}5$ Ampere per millimetro quadrato di strato effettivo di barriera. La densità di corrente applicabile in pratica dipende dal modo con cui è costruito il rettificatore e dal modo con cui il dissipatore di calore riesce a disperdere il calore che si genera nel rettificatore.

Le piccole dimensioni del cristallo di semiconduttore risultano evidenti se si considera ad esempio che un rettificatore da 15 Ampere (e che può sopportare impulsi di corrente di 150 Ampere) ha un volume di soli 0,003 cm^3.

Nei rettificatori al silicio le correnti di picco risultano estremamente critiche per il fatto che, data la piccola massa dell'elemento rettificatore, il calore che in esso vi si dissipa durante i picchi di corrente fa salire istantaneamente la temperatura del rettificatore e così può avvenire facilmente che la temperatura raggiunga un valore tanto alto da provocare la distruzione del rettificatore in un tempo di pochi microsecondi.

Nella Fig. 13 è rappresentata la costruzione di un tipico elemento rettificatore al silicio.

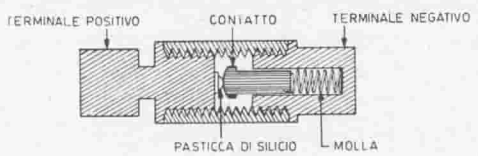


Figura 13.
ELEMENTO RETTIFICATORE AL SILICIO

I normali rettificatori al silicio sono dispositivi con contatto a pressione, che possono funzionare a temperatura ambiente anche maggiore di 150° C. Le testate terminali di questo tipo di rettificatore consentono di inserirlo nei normali portafusibili. Esse sono sufficientemente grandi, allo scopo di poter funzionare anche come dissipatori di calore. La testata positiva è scanalata per essere facilmente individuabile, eliminando così la possibilità di una inversione della polarità di inserzione.

Caratteristiche di funzionamento Nei diodi al silicio, la conduzione secondo la direzione inversa è caratterizzata da un altissimo valore di resistenza che, per tensioni inferiori alla tensione critica, può raggiungere un valore di $10^9\Omega$.

Il valore della **tensione critica**, altrimenti detto valore della tensione alla quale avviene l'**effetto valanga**, è quella per la quale si ha un rapido ginocchio nella curva di resistenza (vedi fig. 15A).

Per tensioni superiori alla tensione critica, la resistenza inversa

del diodo diminuisce rapidamente.

In pratica, la tensione di picco inversa che durante il funzionamento può essere applicata ad un diodo rettificatore, non deve superare l'80% della tensione critica, se si vuole avere sufficiente coefficiente di sicurezza nel funzionamento del diodo rettificatore.

La direzione di migliore conduzione, ossia la direzione alla quale corrisponde la minore resistenza diretta, è quella che determina il valore della potenza che si dissipa nel dispositivo a semiconduttore. Nella Fig. 15 B è rappresentata la caratteristica statica della corrente diretta rispetto alla tensione applicata.

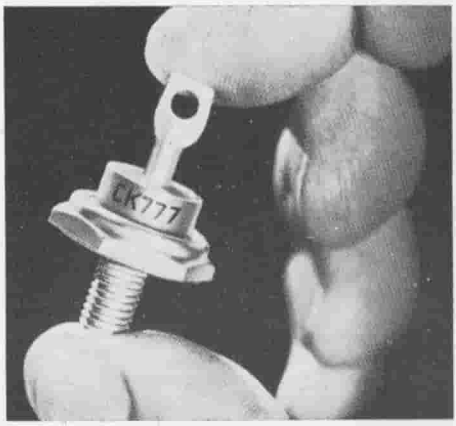


Figura 14.
RETTIFICATORE DI POTENZA RAYTHEON CK777

Il rettificatore di potenza Raytheon CK-777 è costruito in modo da poter essere avvitato al telaio, cosicchè quest'ultimo, con la sua grande superficie, possa agire da dissipatore del calore. Le piccole dimensioni del rettificatore sono rese possibili dalla bassa caduta di tensione interna che avviene in esso e conseguentemente dal suo alto rendimento.

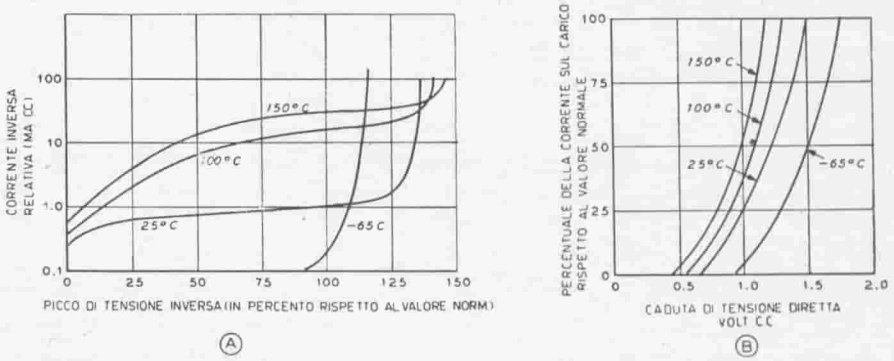


Figura 15.
CURVE CARATTERISTICHE DEI RETTIFICATORI AL SILICIO

A - La caratteristica dei rettificatori al silicio è che, sottoposti ad una tensione inversa, la loro resistenza risulta estremamente alta, fintanto che la tensione applicata è minore del valore della tensione alla quale si innesca l'effetto a valanga.

B - La tensione di soglia dei diodi rettificatori al silicio è di circa 0,6 V. Aumentando la tensione oltre il valore al quale il diodo comincia a condurre unilateralmente (tensione di soglia), la tensione aumenta esponenzialmente. Dopo questo primo tratto, la corrente cresce linearmente con la tensione, con pendenza assai ripida.

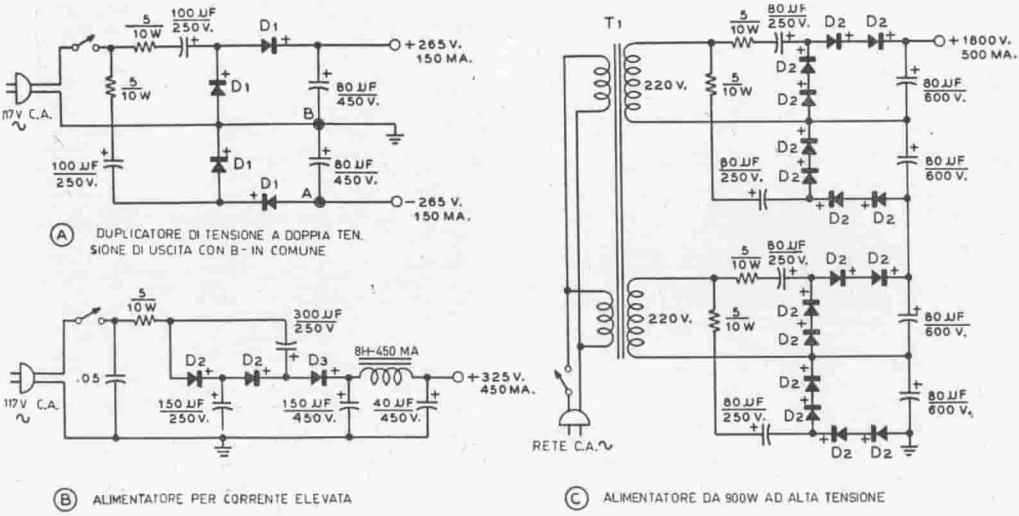


Figura 16.

ALIMENTATORE A SEMICONDUTTORI

A - Circuito quadruplicatore di tensione. Se, invece del punto « A », si pone a massa il punto « B », dall'alimentatore si ricava una tensione di 530 V con una corrente di 150 mA, quando la tensione di rete è di 115 V c.a. L'alimentatore ha un polo dell'uscita collegato alla rete.

B - Triplicatore di tensione che fornisce, da una rete a 117 V, una tensione di 325 V con 450 mA. L'alimentatore ha un polo dell'uscita collegato alla rete.

C - Alimentatore da 900 W per trasmettitore a banda laterale unica. Esso risulta costituito da due quadruplicatori di tensione collegati in serie, alimentati da normali trasformatori con secondario a 220 V. Questo alimentatore è caratterizzato da uno buona stabilità della tensione erogata al variare del carico.

Elenco dei componenti:

D_1 - Rettificatore al selenio modello 150 della Sarkes Tarzian oppure rettificatore al silicio modello M - 500 della stessa Ditta.

D_2 - Rettificatore al selenio modello 500 della Sarkes Tarzian oppure rettificatore al silicio modello M-500 della stessa Ditta.

T_1 - Trasformatore di alimentazione. Primario a tensione di rete. Due avvolgimenti secondari a 220 V ciascuno.
Potenza totale del trasformatore 0,75 kVA.

Nei diodi rettificatori al silicio la tensione di soglia risulta di circa 0,6 V.

Siccome nei diodi rettificatori al silicio la resistenza diretta è assai bassa, è molto probabile che fra vari diodi la tensione di soglia e la caduta di tensione interna risultino assai diverse dall'uno all'altro. In seguito a ciò avviene un serio squilibrio nella distribuzione della corrente fra vari diodi disposti in parallelo e conseguentemente il danneggiamento del rettificatore nel quale il sovraccarico si manifesta maggiormente.

Pertanto, quando due o più dispositivi a semiconduttore sono

montati in parallelo, è necessario porre in serie a ciascuno di essi un resistore, allo scopo di equilibrare le correnti che circolano nei vari elementi rettificatori.

Nella Fig. 16 sono rappresentati alcuni interessanti e pratici alimentatori a semiconduttori.

Si ricordi che i circuiti della Fig. 16 A e 16 B, così come quello della Fig. 10, risultano collegati ad un polo della rete di alimentazione e pertanto risultano « caldi » rispetto all'altro polo.

7-5 Alimentatore da 100 W per autoveicoli

Le più importanti caratteristiche di un alimentatore che debba venir installato su autoveicoli sono l'alto rendimento e le dimensioni più ridotte possibili.

Il gruppo alimentatore descritto in questo paragrafo soddisfa pienamente queste due esigenze. Esso sviluppa 100 W a varie tensioni, in modo da poter alimentare contemporaneamente un trasmettitore e un ricevitore.

La potenza assorbita all'entrata dell'alimentatore (ossia la potenza che l'impianto elettrico di bordo deve fornire) risulta direttamente proporzionale alla potenza di uscita fornita dall'alimentatore, dato che per far vibrare le lamine del vibratore occorre una potenza quasi del tutto trascurabile.

Il notevole e crescente impiego di apparati radio trasmittenti e riceventi sugli autoveicoli ha suggerito la realizzazione di nuovi componenti per alimentatori a vibratori.

Nell'alimentatore che descriviamo in questo paragrafo sono appunto impiegati questi nuovi componenti.

Il vibratore a doppia lamina vibrante

Recentemente è stato sviluppato il nuovo tipo di vibratore a **doppia lamina vibrante** che, rispetto ai precedenti vibratori, presenta il vantaggio di poter funzionare con potenze ancora maggiori. Inoltre, con questo tipo di vibratore, risulta possibile realizzare un alimentatore che possa essere alimentato indifferentemente da impianti elettrici di bordo a 6 V oppure a 12 V, senza dover sostituire alcun componente nell'alimentatore stesso.

Fino a poco tempo fa, la maggior parte degli alimentatori a vibratore era basata sull'impiego di un vibratore sincrono. Nella Fig. 18 A è rappresentato lo schema di principio di questo tipo di vibratore.

Nel vibratore sincrono si hanno due gruppi di contatti: con uno di essi avviene la commutazione della corrente della batte-

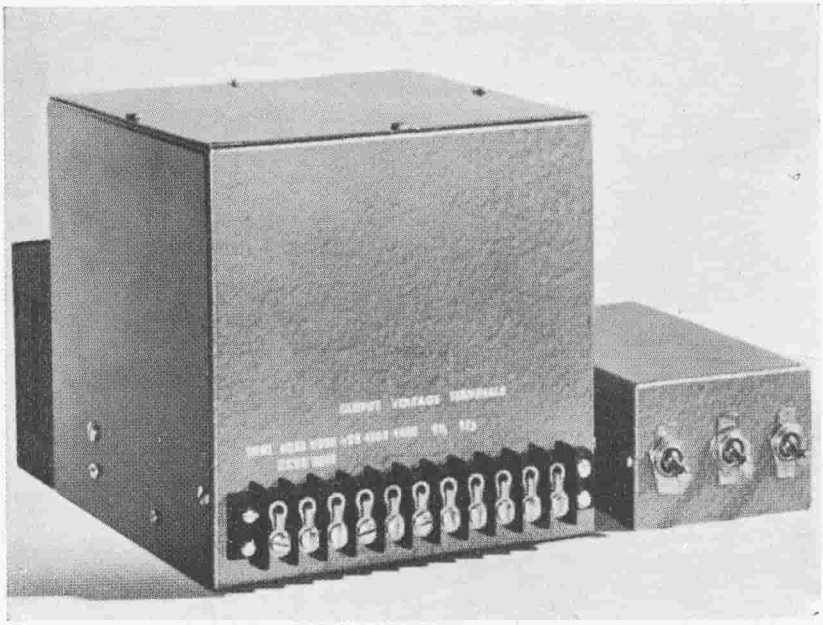


Figura 17.

ALIMENTATORE DA 100 W PER AUTOVEICOLI

Questo alimentatore ad alto rendimento per autoveicoli, può essere alimentato da una batteria a 6 V oppure a 12 V. Esso è in grado di fornire l'alimentazione completa per un trasmettitore e un ricevitore installati su un autoveicolo. Esso sviluppa le tensioni anodiche di 450, 300 e 250 V. A destra è visibile la scatola di comando. Le dimensioni totali dell'alimentatore sono cm 15 x 15 x 15.

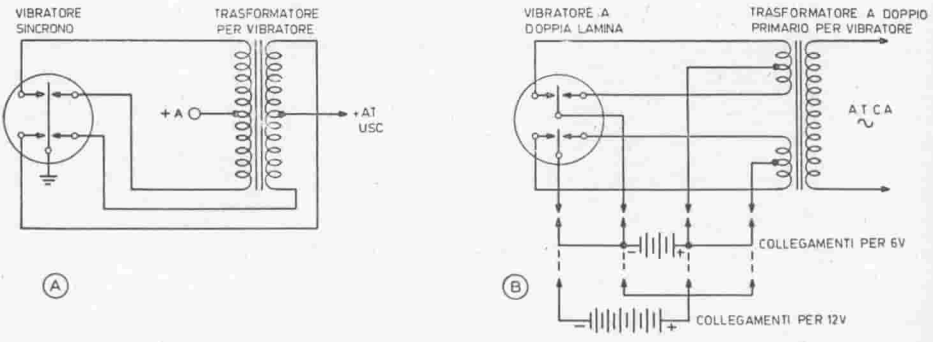


Figura 18.

ALIMENTATORE CHE UTILIZZA IL NUOVO VIBRATORE A DOPPIA LAMINA CAPACE DI SVILUPPARE 100 W TANTO CON 6 V DI ALIMENTAZIONE QUANTO CON 12 V

A - Schema di principio di un tipico vibratore sincrono e relativo circuito di rettificazione.
B - Schema di principio di un tipico sistema di commutazione con vibratore a doppia lamina, per 6 o 12 V c.c.

ria, la quale viene fatta circolare alternativamente (ma in senso opposto) attraverso due avvolgimenti primari di un trasformatore, Avviene allora che nel secondario del trasformatore viene indotta una tensione alternata ad onda quadra. Questa tensione alternata viene rettificata da un secondo gruppo di contatti, posto anch'esso sull'armatura del vibratore.

Gli inconvenienti di questo tipo di alimentatore sono la bassa potenza che esso può sviluppare e la necessità di impiegare al primario del trasformatore un numero di spire differente a seconda del valore della tensione dell'impianto elettrico di bordo.

Nel vibratore a doppia lamina vibrante (Fig. 18 B) vi sono due gruppi di contatti di commutazione, elettricamente isolati l'uno dall'altro. Ogni gruppo di contatti è in grado di funzionare con potenze assai maggiori di quelle dei vibratori sincroni. Per contro, con questo tipo di vibratore, è necessario adoperare un trasformatore che abbia due avvolgimenti primari, ciascuno con presa centrale.

Un gruppo di contatti commuta la tensione della batteria alternativamente da una metà di un avvolgimento primario all'altra metà dello stesso avvolgimento primario. L'altro gruppo di contatti esegue una analoga commutazione sull'altro primario del trasformatore. Risulta così possibile alimentare l'alimentatore con 6 o 12 V. Basta soltanto collegare i primari in parallelo (per 6 V) oppure in serie (per 12 V).

Per passare dalla alimentazione a 6 V a quella 12 V, e viceversa, non è necessaria alcuna modifica dei collegamenti dell'alimentatore o alcuna sostituzione di componenti.

Il rettificatore al selenio In questo alimentatore è impiegato un particolare sistema rettificatore al selenio.

Siccome l'apertura e la chiusura dei contatti del vibratore avvengono istantaneamente, la tensione applicata al primario del trasformatore ha una forma d'onda « a greca », ossia è un'onda quadra. In conseguenza di ciò, anche la tensione al secondario ha forma d'onda pressoché quadra e pertanto il valore massimo (valore di picco) della tensione applicata al rettificatore risulta solo leggermente più alto del valore medio della forma d'onda stessa. (Si tenga presente che in un'onda « a greca », il valore massimo, il valore efficace e il valore medio sono uguali fra loro).

In base a quanto sopra si ha che i rettificatori che debbono essere usati con un alimentatore a vibratore possono avere un va-

lore di massima tensione inversa applicabile, più vicino al valore efficace della tensione ad onda quadra ad essi applicata, a differenza di quanto accade nei normali alimentatori con tensioni sinusoidali, nei quali il valore di massima tensione inversa deve essere molto maggiore (circa 3 volte) del valore efficace della tensione da retticare.

Il circuito della alimentazione Come si vede dalla Fig. 19, questo alimentatore ha tre uscite ad alta tensione.

Nella Fig. 19 A è indicato il circuito dell'alimentatore per l'uscita a 250 V, da adibire alla alimentazione anodica del ricevitore. Nella Fig. 19 B è riportato il circuito di alimentazione a 300 V, per gli stadi a bassa potenza del trasmettitore. Nella Fig. 19 C è infine riportato il circuito che fornisce la tensione a 450 V, per la alimentazione anodica degli stadi di potenza del trasmettitore.

Si noti che ciascun rettificatore è costituito da due sezioni (gruppi di elementi rettificatori).

Le sigle dei componenti negli schemi parziali della Fig. 19 corrispondono a quelle dello schema generale dell'alimentatore, riportato in Fig. 20.

Nel circuito dell'alimentatore a 250 V, tutta la tensione esistente sul secondario del trasformatore viene applicata ad un rettificatore ad onda intera, costituito da una metà dei rettificatori SR_1 e SR_2. Questi due rettificatori entrano a far parte di tutti e tre i circuiti rettificatori.

Il punto comune ai due rettificatori è collegato a massa e l'uscita positiva a 250 V viene prelevata sulla presa centrale del secondario del trasformatore(ossia, all'opposto di come avviene nei

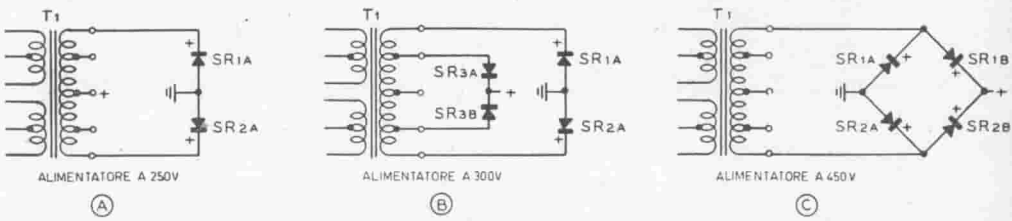


Figura 19.

SCHEMI DI PRINCIPIO DEI SISTEMI RETTIFICATORI USATI NELL'ALIMENTATORE AD ALTO RENDIMENTO PER AUTOVEICOLI.

A - Rettificatore a 250 V a onda intera.

B - Circuito rettificatore a ponte per 300 V con prese effettuate simmetricamente sul secondario ad alta tensione.

C - Circuito rettificatore a ponte per 450 V.

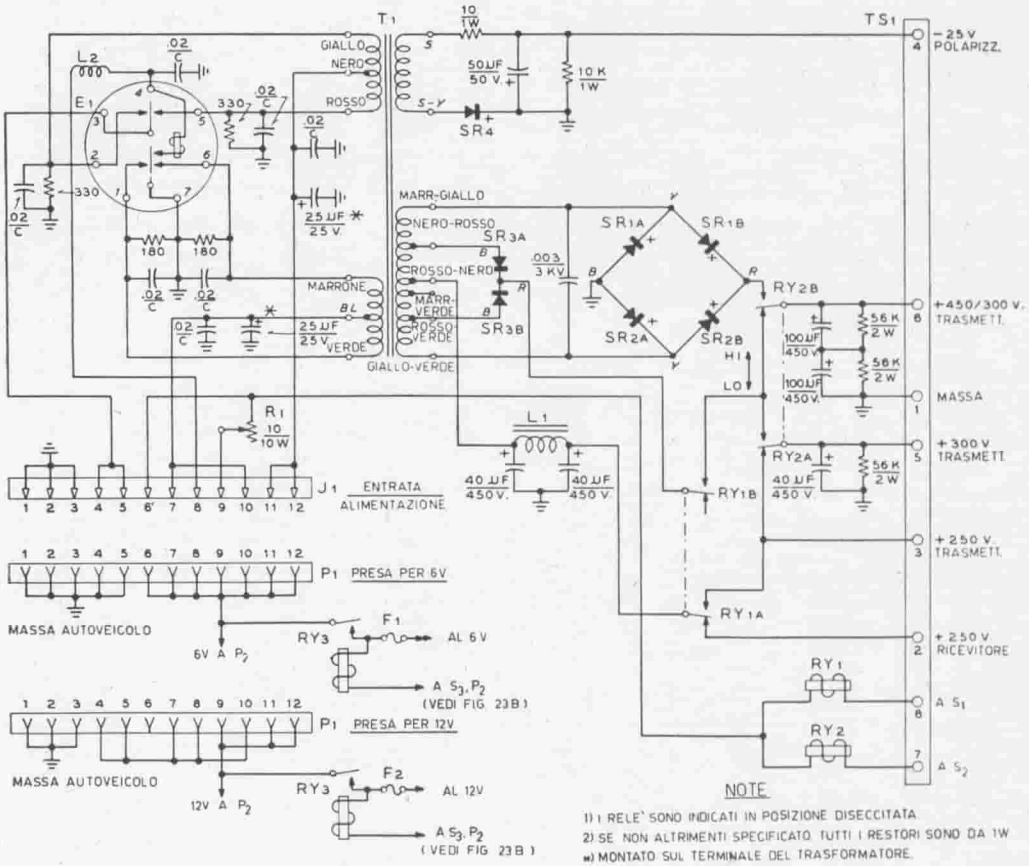


Figura 20.

SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE A 6 E 12 V PER AUTOVEICOLI

E_1 - Vibratore a doppia interruzione, del tipo a doppia lamina. Bobina di eccitazione a 6 V. Frequenza di vibrazione 116 Hz. Zoccolo a 7 piedini. (Mallory tipo 1701, Oak tipo V - 6853 - Radiart tipo 5722, General Eiectric tipo A-7141584-P3).

F_1 - Fusibile da 30 A.

F_2 - Fusibile da 15 A.

Y_1 - Spina maschio a 12 contatti per telaio (Cinch-Jones P-312-AB).

P_1 - Presa femmina a 12 contatti per cavo (Cinch-Jones S-312 - CCT).

L_1 - Impedenza filtro 7,5 H - 100 mA.

L_2 - Impedenza a radiofrequenza 7 μH - 1 A (Ohmite tipo 2-50).

RY_1 - RY_2 - Relè a doppia commutazione. Bobina di eccitazione a 6 V.

SR_1 - SR_2 - Rettificatore al selenio a due sezioni. 380 V picco inverso per sezione. 150 mA. Collegati per circuito duplicatore di tensione.

SR_3 - Rettificatore al selenio a due sezioni. 380 V picco inverso per sezione. 150 mA. Collegato per circuito rettificatore avente la presa centrale sul secondario del trasformatore.

SR_4 - Rettificatore al selenio da 64 V di picco inverso - 150 mA.

T_1 - Trasformatore di alimentazione per vibratore. Due primari a 6 V con presa centrale.
Secondari: 420 V con presa centrale e con prese a 150 V - Corrente 300 mA. 20 V - 150 MA (per la tensione di polarizzazione).

TS_1 - Morsettiera a 8 terminali.

normali rettificatori ad onda intera, nei quali la presa centrale del secondario ad alta tensione corrisponde al negativo della tensione raddrizzata).

L'uscita a 300 V viene ottenuta dal circuito rettificatore a ponte (Fig. 19 B) costituito da una metà di SR_1 e da una metà di SR_2, nei due rami verso massa, e dal rettificatore SR_3 nei due rami dai quali viene poi prelevata la tensione positiva.

Per l'uscita a 450 V viene impiegato un altro circuito rettificatore a ponte. Anche questo circuito ha due rami verso massa nei quali sono impiegati i rettificatori SR_1 e SR_2. Le altre due metà di questi rettificatori formano il ramo del ponte dal quale viene prelevato il positivo della tensione continua a 450 V.

Siccome nelle tensioni di uscita di questo alimentatore l'ondulazione è di piccola entità, sarà sufficiente impiegare, sull'uscita a 300 V, un solo condensatore filtro da 40 μF. Sull'uscita a 450 V verranno posti due condensatori elettrolitici da 100 μF ciascuno, collegati in serie.

Per l'alimentazione anodica del ricevitore (250 V), essendo necessario un filtraggio molto migliore, si impiegherà un filtro ad induttanza-capacità, con ingresso capacitivo.

Il circuito di comando

Nell'alimentatore di Fig. 20 è incluso un circuito di comando per il passaggio da trasmissione a ricezione, e viceversa. Mediante questo circuito viene effettuata la commutazione della tensione a 250 V che, in ricezione, viene applicata al ricevitore e in trasmissione, viene applicata all'eccitatore del trasmettitore. Questa commutazione viene eseguita mediante una coppia di contatti di un relé RY_1 a due commutazioni.

Quando la stazione viene posta su « Trasmissione » l'altra coppia di contatti dello stesso relé inserisce all'eccitatore del trasmettitore la tensione anodica a 300 V.

Nell'alimentatore è impiegato un secondo relé a due commutazioni. Con una commutazione, quando il relé è eccitato, viene applicata la tensione di alimentazione anodica a 450 V allo stadio finale a radiofrequenza del trasmettitore e al modulatore. Lo stesso relé RY_2 inoltre attua la riduzione di potenza, poichè con esso viene applicata (quando il relé è diseccitato) la tensione anodica di 300 V al trasmettitore (invece dei 450 V) e la tensione anodica di 250 V all'eccitatore (invece dei 300 V).

Quando l'alimentatore è in funzione, tutti i rettificatori dell'alimentatore risultano inseriti sui

rispettivi avvolgimenti ad alta tensione.

Per ridurre quasi a zero la corrente raddrizzata da essi fornita durante la ricezione, verranno distaccati i condensatori filtro e le resistenze zavorra posti sull'uscita delle varie tensioni.

Nel trasformatore di alimentazione vi è un altro secondario, che sviluppa 20 V e che serve ad ottenere la tensione negativa di polarizzazione di griglia per il trasmettitore. Questa tensione viene rettificata dal rettificatore SR_4 e filtrata da un condensatore elettrolitico da 50 μF.

Dettagli del circuito. Sezione a bassa tensione

In questo alimentatore, il passaggio dal funzionamento con tensione a 6 V al funzionamento con tensione a 12 V avviene mediante l'impiego di una presa volante P_1 e di una spina fissa J_1 a 12 piedini (Cinch-Jones tipo 300).

Per ognuno dei due valori di tensione di impianto elettrico di bordo si userà il relativo cavo di alimentazione a bassa tensione, come indicato in Fig. 20.

I collegamenti che dalla presa P_1 vanno al relé principale di alimentazione RY_3 debbono essere i più corti possibile, allo scopo di ridurre la caduta di tensione che in essi avviene. Questo accorgimento è particolarmente importante nel caso di alimentazione primaria a sei volt, perchè un cavo che avesse una resistenza di soli 0,04 Ω provocherebbe una caduta di tensione primaria di 1 V, quando l'alimentatore funziona a pieno carico, ossia a massimo assorbimento.

La presa di entrata a 6 V collega in parallelo le due coppie di contatti del vibratore e le due metà dei due avvolgimenti primari del trasformatore.

Quando il funzionamento deve avvenire con una tensione di batteria a 12 V, gli avvolgimenti primari del trasformatore e i contatti del vibratore vengono collegati in serie, alla maniera indicata in Fig. 18 B.

La tensione di eccitazione a 6 V per la bobina del relé viene prelevata direttamente sul piedino 6 della spina J_1 del cavo di alimentazione. Quando invece si usa il cavo a 12 V viene posto, in serie alla bobina di eccitazione del relé, un resistore di caduta R_1. Se l'alimentatore deve funzionare esclusivamente su un autoveicolo avente l'impianto elettrico a 12 V, si potrà usare un relé con bobina di eccitazione a 12 V e allora si potrà eliminare il resistore di caduta R_1.

Naturalmente sui contatti del vibratore avvengono scintille che provocano disturbi al ricevitore. Per ridurre l'effetto di queste scintille si inseriranno, sul circuito

primario dell'alimentatore, opportuni resistori e condensatori. Questi componenti debbono essere sistemati più vicino possibile ai piedini dello zoccolo del vibratore.

Parti componenti La parte più importante di questo alimentatore a vibratore è il trasformatore di alimentazione, che è progettato appositamente per stazioni riceventi e trasmittenti da installare su autoveicoli. Esso è costruito in serie dalla General Eletric Co, ma può essere anche autocostruito, secondo i dati forniti nell'elenco dei componenti riportato in Fig. 20.

Costruzione dell'alimentatore Tutti i componenti dell'alimentatore, fatta eccezione del trasformatore di alimentazione, sono contenuti in una custodia avente le dimensioni di cm $15 \times 15 \times 15$. Questa custodia, costruita di alluminio, è ermeticamente chiusa, così da evitare che nel suo interno penetrino polvere e umidità. Come è chiaramente visibile dalle Figg. 21 e 22, in essa viene sistemato un telaio, costruito di alluminio di 1,5 mm di spessore.

In una fiancata della custodia è ricavato un foro rettangolare, per consentire alla parte inferiore del trasformatore di alimentazione di penetrare in essa.

Prima di sistemare il telaio dentro la custodia, bisogna eseguire in quest'ultima tutti i fori: quello che corrisponde alla calotta del trasformatore di alimentazione, quello della spina di entrata di alimentazione, quello della morsettiera di uscita, ecc.

Il telaio verrà fissato alla custodia mediante angolari di alluminio, in modo da risultare sollevato di 5 cm rispetto al fondo della custodia stessa.

Il condensatore elettrolitico C_1 dovrà essere montato isolato rispetto al telaio, interponendo fra la sua custodia metallica e il telaio una rondella di materiale isolante, che normalmente viene fornita dal rivenditore insieme al condensatore stesso. Si tenga presente che fra la custodia di questo condensatore e massa esiste una tensione di circa 200 V e pertanto l'isolamento della custodia deve essere molto ben curato. Inoltre si faccia in modo che fra i reofori di questo condensatore e il foro sul telaio vi sia uno spazio sufficiente ad evitare scariche.

Se il condensatore elettrolitico C_1 invece di essere del tipo a vitone, è munito di linguette di fissaggio al telaio, bisognerà montare il condensatore su una piastrina di materiale isolante, fissata a sua volta al telaio. In questo caso bisogna accertarsi che le linguette di fissaggio risultino sufficientemente distanti dal telaio.

Lo zoccolo a sette piedini per

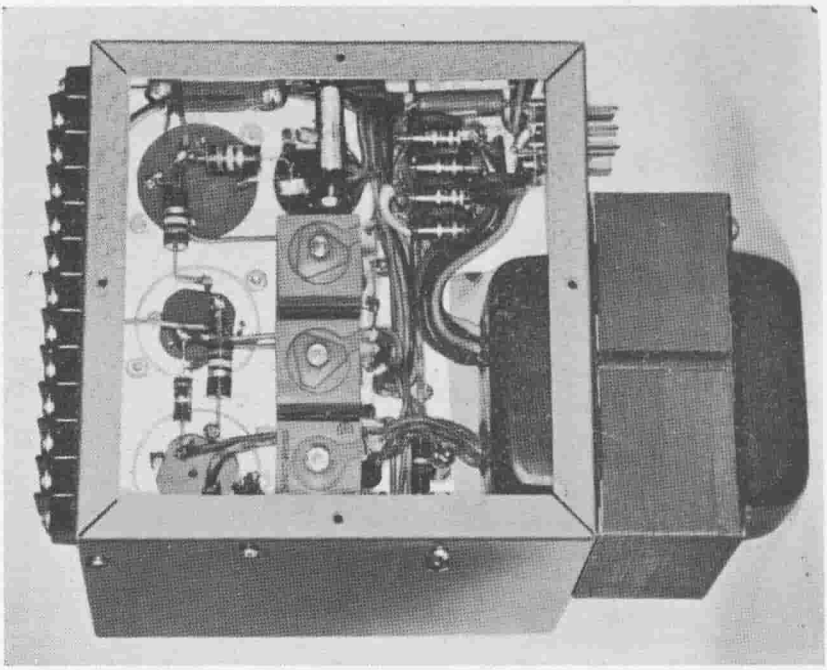


Figura 21.
L'ALIMENTATORE VISTO DAL BASSO

Lo zoccolo del vibratore è quasi coperto dai resistori e dai condensatori ceramici a disco del filtro antironzio. Sopra a questi componenti appoggiati alla parete della custodia vi sono l'impedenza a radiofrequenza L_2 e il condensatore da 25 μF. Il resistore R_1 è anch'esso montato sulla parete, allineato con i rettificatori SR_1, SR_2 e SR_3.

il vibratore andrà fissato sul telaio mediante viti. Sotto ciascuna di queste viti, dalla parte inferiore del telaio, si porranno dei capofili di massa ai quali andrà saldato un reoforo dei condensatori di fuga, il cui altro reoforo sarà saldato direttamente ai piedini dello zoccolo.

Se l'alimentatore deve essere installato nell'autoveicolo con il telaio in posizione verticale, bisogna fare in modo che la congiungente dei piedini 1 e 4 dello zoccolo del vibratore risulti verticale, per evitare che il peso delle lamine vibranti del vibratore ne alteri il funzionamento.

I componenti più piccoli dell'alimentatore, che vanno sistemati sotto il telaio, andranno montati solo **dopo** aver completato il montaggio dei componenti più grandi posti nel piano superiore del telaio.

I collegamenti fra i primari del

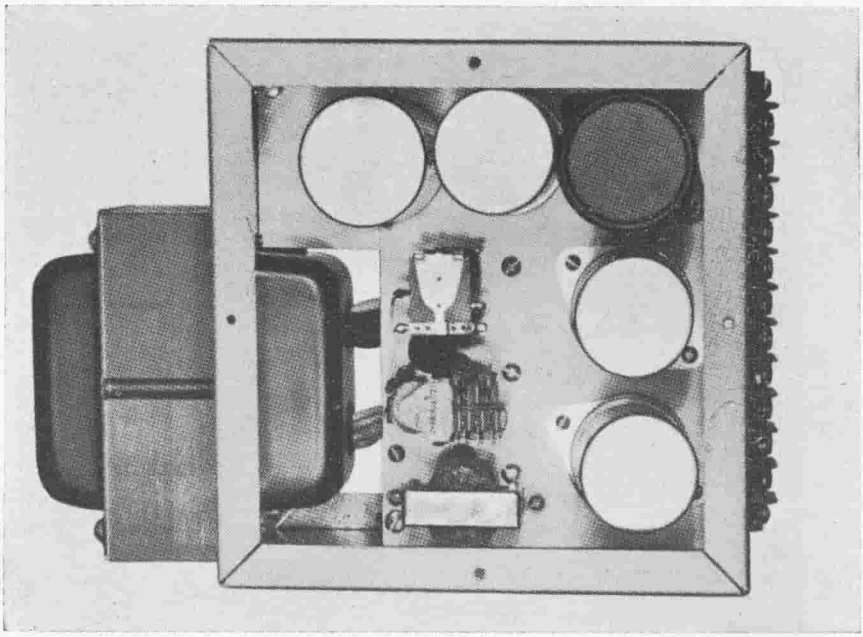


Figura 22.
L'INTERNO DELL'ALIMENTATORE VISTO DALL'ALTO

I relè RY_1 e RY_2 sono situati al centro, sopra l'impedenza L_1. Il trasformatore di alimentazione T_1 è montato verso una estremità della custodia. Sulla parte in alto del telaio (da sinistra a destra) vi sono il vibratore e i condensatori filtro.

trasformatore di alimentazione e i piedini dello zoccolo del vibratore e fra questi e i piedini della spina di alimentazione debbono essere i più corti possibile e dovranno essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi altro collegamento sotto il telaio.

Dalla Fig. 21 è visibile la sistemazione dei principali componenti da montare sotto il telaio dell'alimentatore.

La sistemazione dei componenti però non è affatto critica.

Misure sull'alimentatore Dopo aver eseguiti tutti i collegamenti sull'alimentatore e dopo averli accuratamente controllati, si potrà controllare il funzionamento dell'alimentatore applicando alla bobina di eccitazione del vibratore tutta la tensione di alimentazione, mentre il resto dell'alimentatore verrà alimentato ad una tensione metà del normale. Per fare ciò si interrompe temporaneamente il cavallotto che unisce fra loro

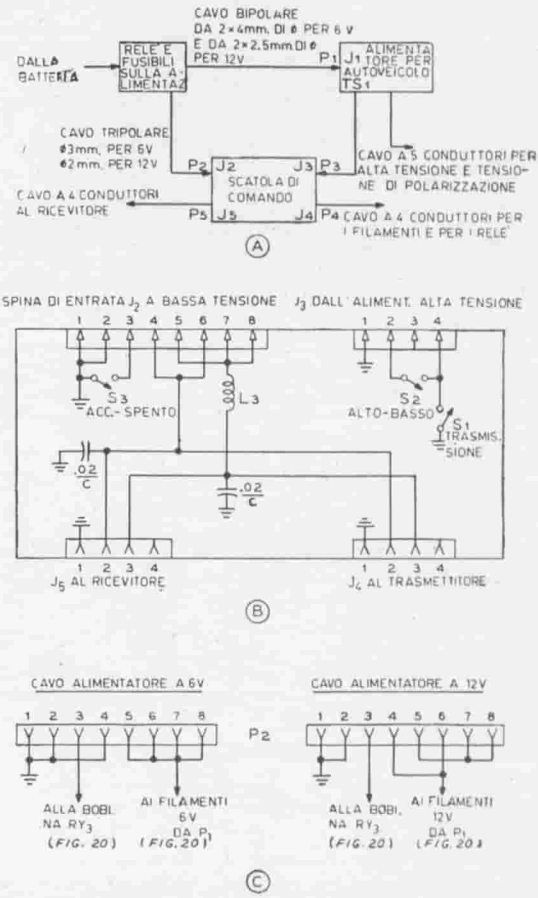


Figura 23.

COLLEGAMENTI FRA ALIMENTATORE E SCATOLA DI COMANDO

A - Schema a blocchi consigliabile per i cavi di alimentazione e di comando e per il sistema di commutazione dell'alimentatore per autoveicoli.

B - Schema elettrico consigliabile per la scatola di comando, comprendente gli innesti di alimentazione per porre la tensione di accensione dei filamenti su 6 V oppure su 12 V. L'interruttore S_1 esegue la commutazione « Trasmissione-Ricezione ». L'interruttore S_2 esegue la commutazione della potenza su « Alto » o su « Basso ». S_3 è l'interruttore principale della stazione e comanda il relè RY_3.

C - Cavi di alimentazione a 6 V o a 12 V.

i piedini 7 e 8 della presa P_1 di alimentazione a 12 V. Si collegherà il piedino 8 con il piedino 9.

Il cavo di alimentazione viene collegato a J_1 sull'alimentatore e a una batteria a 6 V.

Se l'alimentatore è stato montato correttamente, sulla morsettiera di uscita dell'alimentatore si dovranno misurare tensioni all'incirca metà di quelle normali.

Dopo di ciò si ripristinano gli originali collegamenti nella presa di alimentazione e si controlla il funzionamento dell'alimentatore a piena tensione di entrata.

Come resistenza di carico si potrà usare un resistore da 2500 Ω, 100 W oppure si potranno collegare in serie tre lampadine da 25 W a 150 V.

Sotto carico, le tensioni di usci-

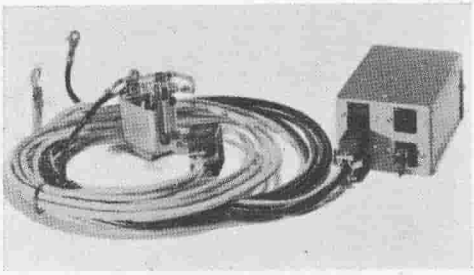


Figura 24.

I CAVI, IL RELE' PRINCIPALE DI ALIMENTAZIONE E LA SCATOLA DI COMANDO DI ALIMENTAZIONE VISTA POSTERIORMENTE

Tramite la presa J_3, nella scatola di comando arrivano l'alta tensione per il ricevitore, oltre ai circuiti di comando dei relè RY_1 e RY_2, provenienti dall'alimentatore. I collegamenti di alta tensione per il trasmettitore, vanno direttamente dall'alimentatore al trasmettitore, invece l'alimentazione dei filamenti dei tubi del trasmettitore e il circuito di comando « Trasmissione-Ricezione » passano attraverso la scatola di comando, tramite il circuito J_4 (Fig. 23 A).

ta dovranno risultare molto prossime ai valori di 450, 300 e 250 V.

Per eliminare eventuali ronzii presenti durante la ricezione si potranno aggiungere condensatori di fuga da 0,02 μF sui contatti del relé RY_3 e sui terminali della morsettiera di uscita.

Si tenga presente che nel funzionamento di apparati installati su autoveicoli le cause di disturbo sono molteplici e non tutte facilmente individuabili. Solo l'esperienza potrà fornire le indicazioni sui rimedi da attuare caso per caso. Comunque, l'impiego di molti filtri sarà sempre estremamente utile per la eliminazione dei disturbi.

Installazione sull'autoveicolo Questo alimentatore, per essere posto in funzione, deve venire installato alla maniera indicata in Fig. 23.

Si noti che, allo scopo di ridurre il ronzio nel funzionamento del ricevitore, è consigliabile impiegare, per il circuito di alimentazione dei filamenti, un cavo di alimentazione separato da quello che porta la corrente all'alimentatore. Si eviterà così che i filamenti dei tubi risentano delle cadute di tensione che si manifestano al variare della corrente assorbita dall'alimentatore, quando la stazione viene commutata da ricezione a trasmissione, e viceversa.

Naturalmente, anche il ricevitore e il trasmettitore da installare sull'autoveicolo debbono avere i circuiti di accensione dei filamenti adattabili alle due tensioni di 6 V e di 12 V, secondo come indica la Fig. 23 B. Per fare ciò, si adopererà una spina e una presa ad otto contatti, mediante le quali si può automaticamente portare la tensione di accensione dei filamenti a 6 V o a 12 V.

7-6 Alimentatori a transistori

Gli alimentatori a vibratore per apparati da installare su autoveicoli raggiungono un rendimento

totale che si aggira intorno al 70%. Il vibratore può essere considerato come un commutatore meccanico che inverte la polarità della tensione applicata al primario di un trasformatore, al ritmo di 120 inversioni al secondo.

La commutazione avviene mediante una bobina di eccitazione e mediante un contatto di interruzione della corrente che circola in detta bobina. Per l'eccitazione di questa bobina occorre una potenza che in qualche caso può non essere considerata trascurabile e questa potenza deve essere fornita dalla batteria o dall'impianto elettrico di bordo.

Una delle principali applicazioni dei transistori consiste nei circuiti di commutazione.

Mediante l'applicazione di un piccolo segnale di eccitazione, un transistore può venire commutato dalla posizione di « conduzione » alla posizione di « interdizione » (ossia interruzione della corrente che in esso circola). Quando un transistore è in « interdizione », esso può venire considerato come un circuito « aperto » mentre, quando esso è in « conduzione », la sua resistenza interna risulta estremamente bassa.

Due transistori, opportunamente collegati, possono quindi sostituire un commutatore meccanico del tipo ad « una commutazione » (una via-due posizioni), come può essere considerato il vibratore.

La frequenza di commutazione ottenibile con i transistori è molto più alta di quella dei vibratori meccanici e siccome anche il tempo di commutazione è molto più breve, si ha che con i transistori possono essere commutate potenze rilevanti.

Gli alimentatori a transistori, alimentati ad una tensione di batteria di 28 V, possono presentare rendimenti dell'ordine del 95% e questi rendimenti così alti permettono di economizzare molta potenza primaria, che invece viene perduta nei normali alimentatori a vibratore o in quelli a dinamotore che hanno, come si è detto, rendimenti molto minori.

Funzionamento degli alimentatori a transistori

Il funzionamento degli alimentatori a transistori può essere considerato analogo a quello di un multivibratore con accoppiamento magnetico oppure a quello di un oscillatore ad audiofrequenza in controfase che generi onde quadre (Fig. 25 C).

Un apposito avvolgimento di reazione, eseguito sul trasformatore di alimentazione, fornisce la tensione spostata di fase di 180°, necessaria per l'innesco delle oscillazioni e per mantenere innescate le oscillazioni stesse.

Negli alimentatori a transistore,

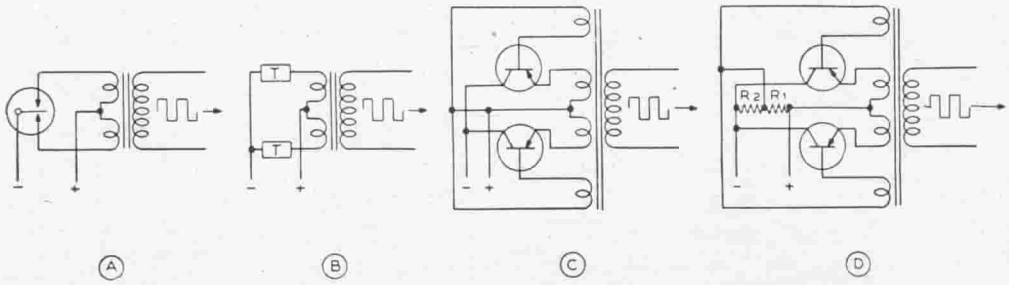


Figura 25.
NEI SISTEMI ALIMENTATORI PER AUTOVEICOLI I VIBRATORI POSSONO ESSERE SOSTITUITI CON TRANSISTORI

A - Tipico circuito con vibratore.

B - Il vibratore può essere considerato come equivalente a due semplici interruttori (o transistori).

C - Oscillatore ad onda quadra in controfase, eccitato da un apposito avvolgimento di reazione eseguito sul trasformatore di alimentazione.

D - L'aggiunta di una polarizzazione nel circuito base-emettitore consente all'oscillatore di Fig. 25 (C) di autoeccitarsi anche a pieno carico.

quest'ultimo funziona come un interruttore in quanto esso apre oppure chiude un circuito.

La tensione di uscita dell'oscillatore è ad onda quadra e la sua frequenza e ampiezza dipendono dalla tensione di eccitazione, dalla induttanza primaria del trasformatore di alimentazione e dalla corrente di picco del collettore, che circola nel transistore durante la conduzione.

La frequenza di oscillazione dipende dal numero di spire al primario o al secondario del trasformatore, dalla sezione del nucleo di questo, dal tipo di materiale magnetico con cui è realizzato il nucleo e dal rapporto delle spire di reazione con le spire al primario. I normali alimentatori a transistori oscillano su frequenze comprese fra 120 Hz e 3500 Hz.

La potenza dissipata nel transistore è relativamente indipendente dal carico. Il carico che si pone sull'oscillatore determina un aumento della corrente di entrata, corrispondente alla potenza che viene fornita al carico e alle addizionali perdite che si vengono a creare negli avvolgimenti del trasformatore.

Normalmente il rendimento totale di un alimentatore a transistori aumenta al crescere del carico e diviene massimo quando l'alimentatore eroga la massima potenza. Da ciò, consegue che negli alimentatori a transistori, aumentando il carico, si ha solo un lievissimo aumento della temperatura del transistore rispetto a quando l'alimentatore funziona senza carico (ossia a vuoto) .

Altra fondamentale caratteristi-

ca degli alimentatori a transistori, e che è di importanza pratica veramente notevole, consiste nel fatto che risulta impossibile mettere fuori servizio i transistori anche quando l'alimentatore viene chiuso in cortocircuito, poichè in questo caso l'oscillatore cessa di funzionare e quindi cessa l'azione di commutazione esercitata dai transistori.

Potenza dissipabile dai transistori

La potenza dissipabile da un transistore è limitata dalla quantità di calore che in esso si genera per effetto della corrente che circola nella resistenza interna offerta dal transistore stesso. Quando il transistore è in « conduzione », la sua resistenza interna risulta estremamente bassa e quindi la corrente che in esso circola produce una piccola quantità di calore. D'altro canto, quando il transistore è in « interdizione », la sua resistenza interna è molto alta e allora la corrente che circola nel transistore risulta estremamente bassa. Pertanto, in entrambe le condizioni di « conduzione » e di « interdizione » il transistore dissipa una potenza assai piccola.

La parte più gravosa del ciclo di funzionamento dei transistori è quella intermedia, ossia quella durante la quale avviene la commutazione da un transistore all'altro. È durante questa parte del ciclo di commutazione che il transistore viene a dissipare la quasi totalità della potenza.

In generale, quanto più alta è la frequenza di commutazione, tanto più breve, ossia più veloce, risulta il « tempo di salita » dell'onda quadra (Fig. 26) e più basse risultano quindi le perdite interne nel transistore.

In media, i normali transistori possono commutare una potenza circa otto volte maggiore della loro dissipazione di potenza ammissibile per il funzionamento in Classe A. Pertanto, due transistori che in Classe A possano fornire ognuno 5 W di potenza di uscita, quando vengono impiegati come commutatori di un alimentatore a transistori possono sviluppare

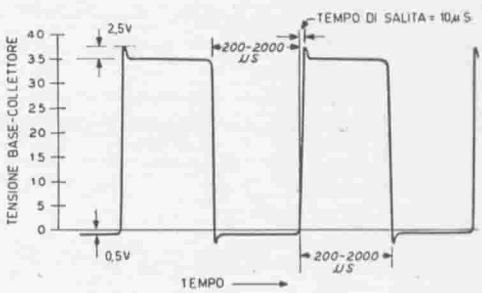


Figura 26.

FORMA D'ONDA FRA BASE E COLLETTORE DI UN CIRCUITO DI COMMUTAZIONE ALIMENTATO A 12 V

La forma ad onda quadra consente di considerare quasi ideale la commutazione eseguita con i transistori. La piccola « cuspide » che si ha al principio di ogni mezzo ciclo è dovuta prevalentemente all'induttanza dispersa del trasformatore e può venire ridotta mediante una opportuna costruzione del trasformatore stesso.

circa 80 W di potenza, beninteso purché la frequenza di commutazione sia opportunamente scelta.

Oscillatori autoeccitati - L'alimentatore a transistore rappresentato nella Fig. 25 C non può essere impiegato in pratica per il fatto che, quando è caricato, non entra in oscillazione. Perchè questo circuito possa innescare e possa tenersi in oscillazione è necessario che nel suo circuito base-emettitore venga applicata una corrente di base di opportuna polarità.

Se a questo circuito si aggiunge un resistore di polarizzazione, in modo da fargli assumere la configurazione di Fig. 25 D, si ha che il circuito diviene un oscillatore, in grado di autoeccitarsi a pieno carico.

Il resistore R_1 normalmente sarà dell'ordine di 10-50 Ω, mentre il resistore R_2 dovrà essere regolato in modo che nel circuito circoli una corrente di circa 100 mA.

La corrente fornita dalla batteria a questo circuito passa attraverso R_2 e dopo si suddivide in due parti: una parte circola su R_1 mentre l'altra parte circola sulla resistenza di entrata dei due transistori.

La corrente che circola nel circuito base-emettitore dipende dal valore della resistenza di entrata del transistore.

La tensione indotta ai capi dell'avvolgimento di reazione del trasformatore ha la forma ad onda quadra ed ha una polarità tale da polarizzare in maniera diretta il diodo emettitore-base del transistore in cui sta per iniziare a circolare corrente nel collettore, mentre polarizza in maniera inversa l'altro transistore. Il transistore polarizzato in maniera diretta assumerà una resistenza di entrata estremamente bassa, mentre la resistenza di entrata del transistore polarizzato in maniera inversa diverrà piuttosto alta.

Pertanto, la maggior parte della corrente di eccitazione fornita dalla batteria circolerà in R_1 e nel circuito base-emettitore del transistore polarizzato in maniera diretta, mentre una parte piccolissima della stessa corrente circolerà nell'altro transistore.

Come si può vedere, R_1 non deve essere molto basso rispetto alla resistenza di entrata del transistore in « conduzione », per evitare che attraverso di esso passi la maggior parte della corrente del transistore.

Quando avviene la commutazione, si invertono le polarità del trasformatore e la corrente addizionale viene a circolare nel circuito base-emettitore dell'altro transistore.

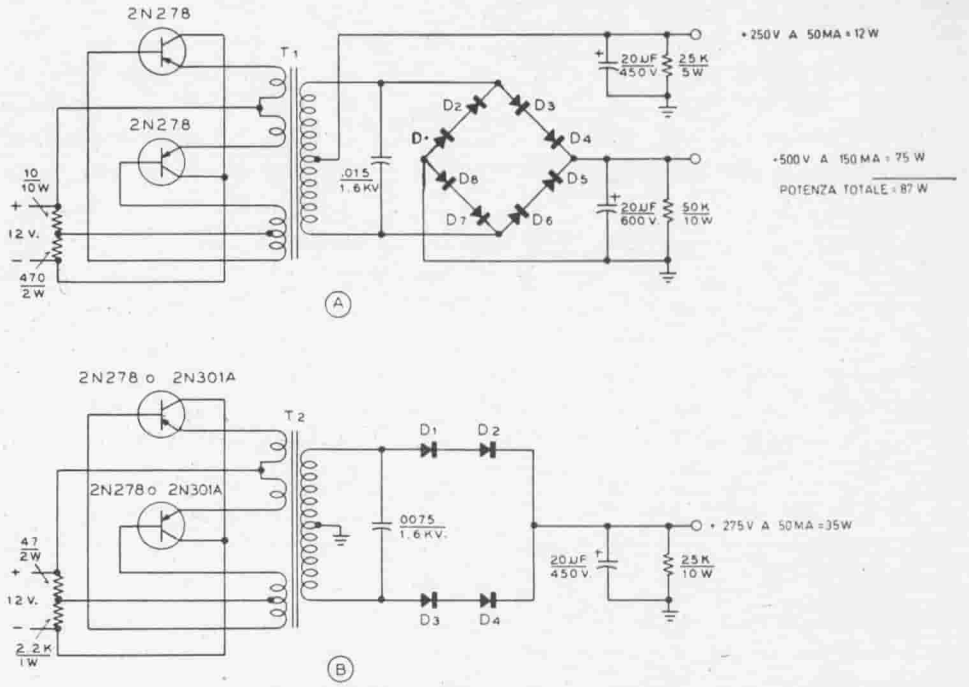


Figura 27.
ESEMPI PRATICI DI ALIMENTATORI A TRANSISTORI

T_1 - Trasformatore per alimentatori a transistori tipo DCT-2 della Chicago-Standard Transformer Co.
T_2 - Trasformatore per alimentatori a transistori tipo DCT-1 della Chicago-Standard Transformer Co.
$D_1 \div D_8$ - Rettificatori al silicio tipo M500 della Sarkes-Tarzian, o equivalenti.

Il trasformatore di alimentazione Il trasformatore di alimentazio- degli alimentatori a transistori deve essere progettato in modo da raggiungere lo stato di massima densità di flusso (saturazione) nel punto in cui si ha la massima conduzione del transistore. Una volta raggiunto questo stato, la densità di flusso rimane costante e perciò la tensione di reazione nell'avvolgimento di base scende a zero.

A questo punto il flusso si inverte, dato che il transistore viene ad assumere la condizione di interdizione e quindi non circola corrente di magnetizzazione nel trasformatore. Questa variazione di flusso induce nel trasformatore una tensione di polarità opposta rispetto a prima. Questa tensione pone in interdizione il primo transistore, mentre pone in conduzione il secondo transistore. Questo secondo transistore raggiunge

istantaneamente lo stato di massima conduzione, producendo così uno stato di saturazione nel nucleo del trasformatore.

Tutto questo ciclo si ripete automaticamente ad una frequenza molto alta.

Il tempo di commutazione è dell'ordine di 5 o 10 microsecondi e il tempo di saturazione di solito è compreso fra 200 e 2000 microsecondi.

Nella Fig. 26 è rappresentata la forma d'onda della corrente del collettore di un tipico alimentatore a transistori. Il « tempo di salita » dell'onda è di circa 5 microsecondi, mentre il tempo di saturazione è di 500 microsecondi.

La piccola « cuspide » che si ha al principio dell'onda ha una ampiezza di circa 2,5 V ed è causata dai transitori di commutazione che si formano a causa della reattanza dispersa del primario del trasformatore. Mediante un accurato progetto del trasformatore di alimentazione questa cuspide può venire ridotta ad un valore trascurabile. Quando invece la cuspide risulta molto alta, può avvenire la perforazione della giunzione del transistore, con conseguente danneggiamento del transistore stesso.

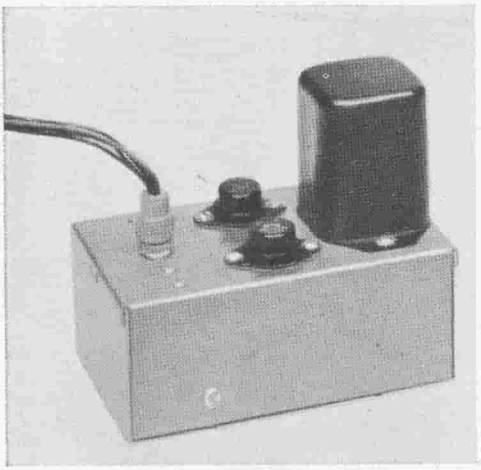


Figura 28.

ALIMENTATORE A TRANSISTORI DA 35 W

In questo alimentatore, di dimensioni estremamente ridotte, sono impiegati due transistori di potenza tipo 2N 301 A. I due transistori sono montati su una parte del piano superiore del telaio al quale, mediante sabbiatura, è stata asportata la vernice. A questo modo il telaio funziona da dissipatore di calore. Per ulteriori dettagli su questo alimentatore vedasi il testo.

7-7 Due alimentatori transistorizzati per autoveicoli

La nuova serie di trasformatori di alimentazione realizzata dalla Chicago-Standard Transformer Co appositamente per alimentatori a transistori permette ai tecnici di laboratorio ed ai radiodilettanti di costruire efficienti alimentatori per autoveicoli ad un costo molto più basso di quello che si avrebbe provvedendo alla autocostruzione dei trasformatori stessi. In questo paragrafo descriveremo due alimentatori nei quali sono impiegati tali trasformatori.

L'alimentatore più piccolo sviluppa 35 W di potenza (275 V

con 125 mA) mentre l'alimentatore più grande eroga 85 W di potenza (infatti esso sviluppa contemporaneamente 500 V con 125 mA e 250 V con 50 mA). Entrambi gli alimentatori funzionano con tensione di batteria di 12 V.

L'alimentatore da 35 W

L'alimentatore da 35 W impiega due transistori tipo 2N 301A della RCA. Questi transistori, di costo limitato, sono del tipo PNP e sono particolarmente adatti per circuiti di commutazione. Come rettificatori ad alta tensione si sono usati quattro diodi al silicio.

Nella Fig. 29 è riportato lo schema elettrico completo di questo alimentatore.

Essendo relativamente alta la frequenza di commutazione, è sufficiente impiegare, come filtro, un unico condensatore da 20 μF per ottenere una tensione di uscita quasi assolutamente priva di ondulazione.

La stabilità della tensione fornita dall'alimentatore al variare del carico è eccezionalmente buona. Basti dire che la tensione di uscita, che in assenza di carico è di 310 V, scende a 275 volt quando viene inserito il massimo carico, corrispondente a 125 mA di corrente assorbita.

Tutto l'alimentatore è costruito su un'unica custodia-telaio di alluminio, avente le dimensioni di cm 13 × 7, 5 × 5.

Dalla parte centrale del telaio verrà eliminata la verniciatura, in modo da far funzionare il telaio stesso come semplice ed efficace dissipatore di calore per i transistori. In tal modo avviene che la custodia asporta calore dall'elettrodo del collettore dei transistori.

Il collettore del transistore 2N301A è collegato internamente alla sua custodia e nel circuito di

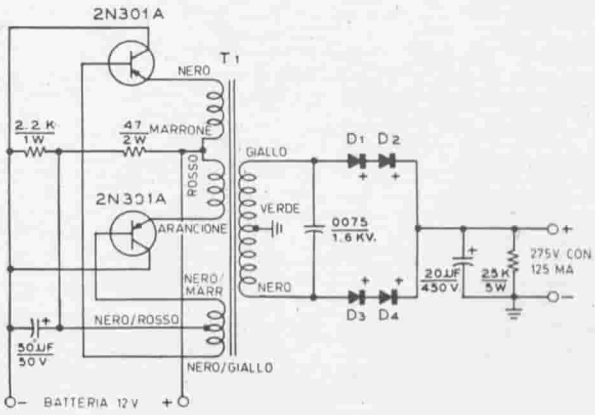


Figura 29.

SCHEMA ELETTRICO DI ALIMENTATORE DA 35 W A TRANSISTORI PER AUTOVEICOLI CON IMPIANTO ELETTRICO A 12 V

T_1 - Trasformatore di alimentazione per transistori.
Primario per 12 V, atto a fornire 275 V con 125 mA (Chicago-Standard DCT -1).

$D_1 \div D_4$ - Diodi rettificatori al silicio tipo M-500 della Sarkes-Tarzian o equivalenti.

questo alimentatore esso risulta collegato al polo negativo della tensione dell'impianto elettrico di bordo. Perciò, se nell'autoveicolo il polo negativo della batteria è collegato alla massa dell'autoveicolo stesso, la custodia del transistore verrà direttamente collegata alla massa del telaio dell'alimentatore, sulla parte non verniciata di esso. Se invece l'impianto elettrico dell'autoveicolo ha il polo positivo della batteria collegato a massa, allora sarà necessario isolare elettricamente il transistore dal telaio di alluminio dell'alimentatore. Questo isolamento deve essere fatto in modo da consentire ugualmente al calore della custodia del transistore di propagarsi al telaio dell'alimentatore. Un semplice metodo per raggiungere questo risultato consiste nel frapporre una sottile rondella di mica fra il transistore e il telaio.

Presso i rivenditori di materiale radioelettrico possono essere acquistate rondelle di mica di 5 millesimi di millimetro di spessore, costruite appositamente per l'isolamento dei transistori di potenza dal telaio. In mancanza, tali rondelle possono anche facilmente essere autocostruite.

La rondella di mica verrà posta fra la custodia del transistore ed il piano del telaio, mentre sotto il dado di fissaggio del transistore verrà posta una rondella autocentrante di fibra.

Dopo aver montati i transistori sul telaio, bisogna controllare l'isolamento fra custodia del transistore e telaio. Tale isolamento non deve risultare inferiore a 100 MΩ, con aria secca.

Dopo aver completato il montaggio di tutto l'alimentatore, si potrà spruzzare sul transistore e sulla parte del telaio alla quale è stata asportata la vernice, una solunzione plastica di nylon, la qua-

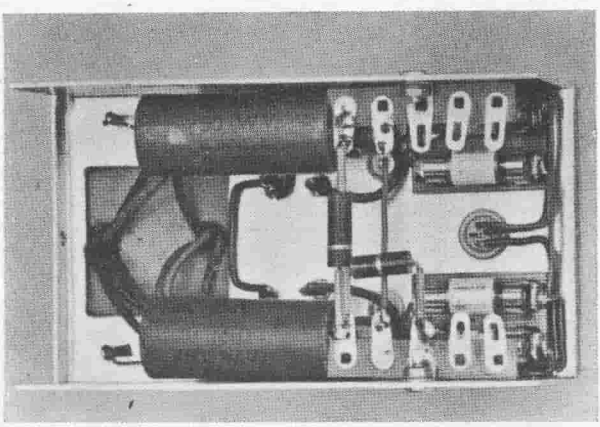


Figura 30.

IL TELAIO DELL'ALIMENTATORE A TRANSISTORI DA 35 W, VISTO DAL BASSO

Per realizzare la capacità da 20 μF, che da sola costituisce il filtro sulla tensione di uscita dell'alimentatore, si sono collegati in parallelo due condensatori da 10 μF. I rettificatori al silicio sono fissati a portafusibili, montati verso l'estremità a destra del telaio. Quando l'alimentatore va installato su un autoveicolo nel quale sia a massa il polo positivo della batteria, bisogna provvedere ad isolare la custodia dei transistori dal telaio dell'alimentatore. Questo isolamento verrà compiuto interponendo da una parte una rondella di mica assai sottile, mentre sotto il dado di fissaggio del transistore si porrà una rondella autocentrante di fibra.

le serve a proteggere i metalli ritardandone l'ossidazione.

Alcuni costruttori di transistori forniscono, insieme ai transistori di potenza da essi prodotti, rondelle di alluminio ossidato anodicamente. Queste rondelle possono essere usate ottimamente in sostituzione delle rondelle di mica.

Nella Fig. 30 è riportata una fotografia del telaio dell'alimentatore da 35 W, visto dal basso. Da tale fotografia è visibile la disposizione dei componenti e quella dei collegamenti.

L'alimentatore da 85 W

Nella Fig. 31 è riportato lo schema elettrico di un alimentatore a transistori a due tensioni di uscita, per impiego su autoveicoli.

Mediante un rettificatore a ponte è possibile ottenere la tensione di uscita a 250 V oppure quella a 500 V. Volendo, si possono ricavare entrambe queste due tensioni contemporaneamente, purchè gli assorbimenti di corrente siano tali da contenere al disotto di 85 W la potenza totale assorbita dal carico. Pertanto, da questo alimentatore si può ottenere una corrente di 170 mA a 500 V. Se però alla tensione di 250 V viene prelevata una certa potenza, la potenza che si può prelevare alla tensione di 500 V risulta ridotta rispetto a prima, del valore della potenza prelevata a 250 V.

L'alimentatore è costruito su

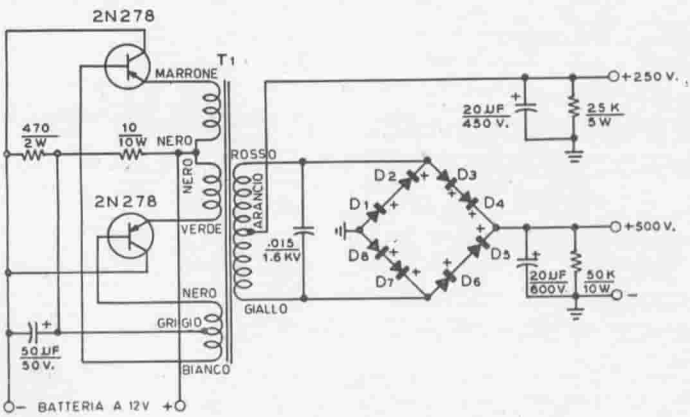


Figura 31.
SCHEMA ELETTRICO DI ALIMENTATORE DA 85 W A TRANSISTORI PER AUTOVEICOLI CON IMPIANTO ELETTRICO A 12 V

T_1 - Trasformatore per alimentatore a transistori. Primario per 12 V, atto a fornire 275 V con 125 mA (Chicago Standard DCT-2).

$D_1 \div D_8$ - Diodi rettificatori al silicio tipo M-500 della Sarken-Tarzian o equivalenti.

una custodia-telaio di alluminio avente le dimensioni di cm 18 × × 12 × 7,5. La disposizione dei componenti di questo alimentatore è analoga a quella dei componenti dell'alimentatore da 35 W, descritto poco avanti.

I transistori impiegati sono del tipo Delco 2N 278. Anche questi transistori sono particolarmente adatti per circuiti di commutazione.

Come rettificatori vengono usati otto diodi al silicio, che costituiscono il ponte rettificatore ad alta tensione.

I transistori verranno montati sul telaio allo stesso modo descritto precedentemente per i transistori 2N 301 A dell'alimentatore da 35 W.

7-8 I componenti degli alimentatori

I normali componenti che entrano a far parte degli alimentatori, oltre ai rettificatori che sono stati trattati precedentemente in altre parti di questo volume, sono i condensatori filtro, le resistenze zavorra, i trasformatori e le impendenze filtro.

Questi componenti normalmente dovranno essere dimensionati per le speciali applicazioni che si intendono realizzare, tenendo in considerazione quanto detto al principio di questo capitolo.

Condensatori filtro Vi sono due tipi di condensatori filtro:

1) condensatori a dielettrico carta

2) condensatori elettrolitici.

I condensatori a carta consistono di due nastri metallici separati da alcuni strati di carta speciale.

Alcuni tipi di condensatori a carta sono impregnati in cera ma i migliori, specialmente quelli che debbono resistere alle più alte tensioni, sono impregnati in olio e riempiti pure di olio. Alcuni condensatori portano stampate tanto la tensione di prova quanto la tensione normale di lavoro. Questo secondo dato è il più importante poichè esso indica la massima tensione alla quale il condensatore può essere sottoposto quando è in servizio.

I condensatori posti nei circuiti rettificatori con filtro ad ingresso capacitivo debbono essere dimensionati per una tensione di lavoro uguale ad almeno 1,41 volte la tensione efficace sviluppata dal secondario del trasformatore di alimentazione.

Gli altri condensatori eventualmente impiegati in un alimentatore debbono essere dimensionati in funzione delle tensioni continue su essi applicate.

I condensatori elettrolitici sono costituiti da due elettrodi di alluminio in contatto con una miscela

conduttrice o un liquido, che agisce da elettrolita.

Sulla superficie di un elettrodo, chiamato anodo, viene formato un sottilissimo strato di ossido, che adempie la funzione di dielettrico.

I condensatori elettrolitici sono polarizzati, cioè debbono essere inseriti con opportuna polarità sul circuito, in modo che l'anodo sia sempre a potenziale positivo rispetto all'elettrolita, che costituisce l'effettivo altro elettrodo del condensatore. Se un condensatore elettrolitico viene inserito, per un certo tempo, con polarità opposta, esso risulterà irreparabilmente danneggiato.

I condensatori elettrolitici cosiddetti « a secco » usano un elettrolita viscoso.

Il dielettrico dei condensatori elettrolitici non è perfetto e quindi questi condensatori presentano una corrente di fuga molto maggiore dei condensatori a carta.

L'alta capacità dei condensatori elettrolitici è dovuta all'estrema sottigliezza dello strato di ossido formato sull'anodo.

La massima tensione che può essere applicata con sicurezza sui normali condensatori elettrolitici di filtro è compresa fra 450 e 600 V.

La tensione di lavoro cui i condensatori elettrolitici possono sottostare normalmente si aggira intorno ai 450 V.

Quando nel circuito filtro di un alimentatore ad alta tensione vengono impiegati condensatori elettrolitici questi possono venire collegati in serie. Il reoforo positivo di un condensatore verrà collegato col reoforo negativo dell'altro, alla stessa maniera con la quale si collegano in serie le batterie a secco.

Quando si collegano in serie i condensatori elettrolitici, non è necessario porre in derivazione su ciascun condensatore le resistenze di divisione di tensione, come invece si deve fare con i condensatori a carta collegati in serie. Ciò è dovuto al fatto che la corrente di fuga dei condensatori elettrolitici cresce al crescere della tensione, ciò che porta ad un equilibrio automatico delle tensioni applicate sui condensatori. In altri termini, il condensatore sul quale si localizzerebbe una maggiore tensione a causa della sua minore corrente di fuga, si stabilizza su una tensione leggermente maggiore degli altri condensatori collegati in serie.

Da quanto sopra deriva che le resistenze equilibratrici non solo non sono necessarie in una serie di condensatori elettrolitici, ma sono addirittura sconsigliabili.

Ciò presuppone naturalmente che i vari condensatori elettrolitici posti in serie siano della stessa marca e di identica capacità e tensione di lavoro.

Non è mai consigliabile collega-

re in serie condensatori elettrolitici di marche e caratteristiche differenti.

Quando in un alimentatore fosse necessario collegare in serie due o più condensatori elettrolitici, la convenienza dell'impiego di tale tipo di condensatori diviene aleatoria.

I condensatori elettrolitici possono venire costruiti in dimensioni molto più piccole, se si provvede ad una incisione dell'anodo.

Questo procedimento aumenta fortemente la superficie dell'anodo e contemporaneamente aumenta la superficie dello strato di dielettrico. Però il fattore di potenza risulta leggermente più alto. Per questa ragione è da sconsigliare l'impiego di condensatori elettrolitici miniaturizzati ad anodo inciso in circuiti nei quali la tensione continua applicata corrisponda a quella di lavoro dei condensatori stessi e nei quali sia presente una forte componente alternativa. Un esempio di tali circuiti è costituito dai filtri ad ingresso capacitivo e più particolarmente dal condensatore di ingresso di tali filtri.

Resistenza zavorra

Allo scopo di prelevare permanentemente da un alimentatore una certa corrente di uscita, onde stabilizzarne la tensione, viene di solito connessa sull'uscita del filtro una resistenza a forte dissipazione. Questa resistenza impedisce alla tensione di uscita di salire sensibilmente quando manca il carico, cosa che avviene anche negli alimentatori muniti di un filtro con ingresso induttivo variabile. La resistenza zavorra costituisce inoltre un mezzo col quale vengono scaricati i condensatori filtro dell'alimentatore, quando sull'uscita del filtro cessi di essere applicato il carico costituito dai tubi elettronici.

Le resistenze zavorra debbono normalmente essere dimensionate per dissipare una corrente corrispondente a circa il 10 per cento della corrente totale fornita dall'alimentatore.

La potenza dissipata nella resistenza zavorra può essere calcolata dividendo il quadrato della tensione continua per la resistenza. Questa potenza viene dissipata sotto forma di calore e quindi, se la resistenza non è sistemata in una posizione adeguatamente ventilata, può avvenire che la potenza dissipata sulla resistenza risulti maggiore della potenza effettivamente sopportabile dalla resistenza.

I condensatori filtro impiegati negli alimentatori ad alta tensione, quando hanno elevata capacità, possono immagazzinare una carica tale da essere molto pericolosa, qualora mancassero le resistenze zavorra, ed è noto che qualche volta le resistenze zavorra

si interrompono senza alcuna causa apparente e senza che ci si accorga a vista di tale interruzione. Questo è il motivo che consiglia di porre in derivazione sulle resistenze zavorra a filo, resistenze a grafite di adeguato valore.

Quando si acquistano le resistenze zavorra, bisogna accertarsi che le resistenze stesse, oltre a poter dissipare quella certa potenza, siano sottoponibili a quella determinata tensione.

Alcune resistenze presentano una limitazione di tensione, che rende impossibile fare passare attraverso di esse quella certa corrente che darebbe luogo alla dissipazione di potenza prevista. Questi tipi di resistenze sono per lo più dotate di un cursore che le rendono adatte all'impiego come partitori di tensione resistivi.

Come resistenze zavorra per alta tensione sono da preferire le resistenze a filo senza cursore e non regolabili poichè esse sono più sicure e meno costose.

Quando si desideri installare una resistenza zavorra di determinate caratteristiche sia per quanto concerne la potenza dissipata che per la tensione applicabile, è in molti casi conveniente disporre in serie un certo numero di piccole resistenze a filo.

Trasformatori I trasformatori di alimentazione anodica e i trasformatori di alimentazione dei filamenti normalmente non danno luogo ad alcun inconveniente anche dopo molti anni di uso, purchè siano ben costruiti. Essi non richiedono inoltre pressocchè alcuna manutenzione.

I trasformatori debbono essere conservati in luogo asciutto. Qualora una piccola quantità di umidità si depositasse sull'avvolgimento di un trasformatore ad alta tensione, questo ne verrebbe quasi certamente danneggiato.

Un trasformatore che funzioni anche permanentemente alle condizioni per le quali esso è progettato, darà raramente luogo ad inconvenienti per quanto concerne l'umidità, dato l'inevitabile riscaldamento che esso presenta in funzionamento rispetto alla temperatura ambiente, riscaldamento dovuto ad ovvie considerazioni di economia nel dimensionamento del trasformatore.

Se un trasformatore rimane per molto tempo inattivo in un ambiente molto umido, esso assorbirà una forte umidità che molto probabilmente ne determinerà il danneggiamento.

Bobine di impedenza di filtro Le impedenze-filtro consistono di una bobina di conduttore di rame avvolta sopra un nucleo di lamierini magnetici. La sezione da assegnare al conduttore viene sta-

bilita in funzione della corrente continua che deve passare attraverso l'avvolgimento dell'impedenza. Questa corrente provoca la magnetizzazione del nucleo e determina così una diminuzione dell'induttanza dell'impedenza filtro. Per tale ragione le impedenze di spianamento vengono munite di un traferro, avente le dimensioni di qualche frazione di centimetro e il cui scopo è quello di impedire la saturazione quando, attraverso l'avvolgimento, vien fatta passare la massima corrente continua.

Il traferro viene normalmente attuato ponendo fra i due rami del nucleo di lamierino magnetico, un pezzetto di fibra o di altro materiale isolante.

Il traferro esercita un doppio effetto: riduce la induttanza iniziale dell'impedenza di spianamento, ossia l'induttanza con corrente continua bassa e mantiene ad un valore più alto l'induttanza quando nell'avvolgimento passa la massima corrente continua.

Quando in una impedenza si esegue un traferro, è necessario avvolgere, a parità di induttanza, un numero di spire molto maggiore.

La resistenza a corrente continua degli avvolgimenti delle impedenze-filtro deve essere la più bassa possibile, compatibilmente con l'ottenimento del valore di induttanza prescritto.

Le impedenze-filtro di dimensioni più piccole, quali quelle che vengono impiegate nei radioricevitori, hanno una induttanza compresa normalmente fra 6 e 15 H e una resistenza a corrente continua compresa fra 200 e 400 Ω.

Se la resistenza a corrente continua fosse più alta, la tensione di uscita dal filtro risulterebbe minore, a causa della caduta di tensione sulle impedenze-filtro.

Le bobine delle impedenze-filtro più grandi, usate nei trasmettitori e negli amplificatori in Classe B hanno resistenze a corrente continua normalmente minori di 100 Ω.

7-9 Alimentatori speciali

In una stazione completa normalmente trovano impiego uno o più alimentatori aventi caratteristiche speciali e che servono per scopi particolari. Esempio di alimentatori di questo tipo sono: gli alimentatori con stabilizzazione elettronica; quelli con tubi stabilizzatori di tensione a scarica nei gas e infine gli alimentatori diretti dalla rete.

Tubi V-R Quando in un circuito si desideri stabilizzare la tensione di alimentazione di un carico che assorba non più di 20-25 mA, si può fare uso, con molto vantaggio, dei

tubi stabilizzatori di tensione a scarica nei gas.

Esempi di circuiti nei quali è utile una tale stabilizzazione sono: il circuito oscillatore locale di un radioricevitore; l'oscillatore di un generatore a frequenza variabile per radiotrasmettitori; l'oscillatore di un frequenzimetro; il circuito a ponte di un voltmetro elettronico.

In commercio si trova tutta una serie di tubi stabilizzatori di tensione del gas: questi sono i tipi OA3/VR75; OB3/VR90; OC3/VR105; OD3/VR150 e i tipi miniatura OA2 e OB2.

Questi tubi stabilizzano la tensione esistente sui loro terminali su un valore di 75,90, 105 e 150 V rispettivamente.

Il tubo stabilizzatore miniatura OA2 stabilizza la tensione su 150 V, mentre il tipo OB2 la stabilizza su 108 V.

I tipi OA2, OB2 e OB3/VR90 possono, al massimo, essere attraversati da una corrente di 30 mA mentre tale corrente per gli altri tre tipi è di 40 mA. La corrente minima necessaria affinchè in tutti e sei i tipi si mantenga la scarica nel gas è di 5 mA.

Con la sigla VR vengono indicati tutti i tubi stabilizzatori di tensione a scarica nei gas. Tali tubi possono essere usati per stabilizzare la tensione fornita da un alimentatore, inserito su una rete a tensione instabile, ad un carico costante.

Due o più tubi stabilizzatori di tensione VR possono essere collegati in serie allo scopo di stabilizzare una tensione di 180, 210, 255 V o altre combinazioni, dipendenti dalle tensioni stabilizzate dai singoli tubi VR collegati in serie.

Invece è assolutamente da sconsigliare di collegare tubi stabilizzatori VR in parallelo, in quanto tali tubi sono inevitabilmente diversi l'uno dall'altro e fra essi ve ne sarà uno che risulterà sovraccaricato, mentre gli altri o non conducono alcuna corrente oppure ne conducono una molto bassa.

Pertanto l'effetto stabilizzatore risulterà poco efficace.

Le note che seguono si applicano indifferentemente a tutti i tipi di tubi VR, però come esempio di applicazione considereremo sempre il tubo OD3/VR150.

Un circuito che richieda, supponiamo, soltanto 50 V può venire stabilizzato nei confronti delle variazioni di tensione di alimentazione di rete, impiegando un tubo stabilizzatore VR 105 e ponendo in serie al circuito a 50 V, una adatta resistenza di caduta, che provochi la caduta della tensione di alimentazione da 105 a 50 V.

Si tenga però presente che in tali condizioni il circuito utilizzatore non è regolato per le variazioni di carico, ossia, se varia la resistenza di carico, varierà an-

che la tensione esistente su di esso, sebbene la tensione di alimentazione originaria rimanga costante su 105 V.

Per mantenere costante la tensione ai capi di una resistenza di carico variabile, non si deve porre assolutamente alcuna resistenza fra il tubo stabilizzatore di tensione e il carico.

Conseguentemente il circuito deve funzionare esattamente ad una delle tensioni ottenibili con i vari tubi stabilizzatori, oppure con due o più di tali tubi collegati in serie.

Un tubo stabilizzatore di tensione tipo VR 150 può considerarsi come equivalente ad una resistenza variabile compresa fra 5.000 e 30.000 Ω e pertanto esso mantiene fra i suoi elettrodi, stabilizzata su 150 V, una tensione solo nel caso in cui il generatore di tensione abbia una cattiva stabilità al variare del carico. Solo in tal caso le istantanee variazioni di resistenza interna del tubo, variazioni che come abbiamo detto, sono comprese fra 5 e 30 kΩ, saranno tali da rendere costante la tensione ai capi del tubo stesso.

La teoria sulla quale si basa il funzionamento dei tubi stabilizzatori di tensione VR è stata trattata nel Capitolo IV del Radio Handbook a proposito della conducibilità elettrica dei gas.

Può sembrare paradossale che per avere una buona stabilizzazione di tensione con i tubi a scarica nei gas, il raddrizzatore debba avere una cattiva stabilità, ossia un'alta resistenza serie. La ragione di ciò diverrà evidente se si tengono presenti le considerazioni che abbiamo svolte poco avanti.

Se in derivazione su un tubo VR si pone una resistenza elevata, non si viene in alcun modo a pregiudicare la sua caratteristica di tenere costante la tensione fra i suoi elettrodi. Però se, invece, la resistenza posta in derivazione sul tubo è molto bassa, qualsiasi variazione della resistenza interna del tubo stabilizzatore, che abbiamo visto essere compresa fra 5 e 30 kΩ, non avrà alcun effetto pratico sulla tensione che si localizza fra gli elettrodi del tubo, il quale quindi non eserciterà più alcuna funzione stabilizzatrice, se non per un campo strettissimo di variazioni di tensione dell'alimentatore o di variazione di resistenza del carico.

Il tubo a scarica nel gas darà la massima stabilità al variare della tensione fornita dal raddrizzatore o della resistenza del carico, solo quando il raddrizzatore ha un'alta resistenza interna o quando in serie ad esso, viene messa una resistenza di valore sufficientemente elevato.

Solo in tal caso le variazioni di resistenza interna del tubo VR daranno luogo ad un effetto di stabilizzazione della tensione che

su esso si localizza e che viene quindi applicata al carico, derivato sul tubo.

Allo scopo di ottenere la migliore stabilità possibile con un tubo VR (oppure con due tubi in serie) sarà necessario porre fra raddrizzatore e tubo VR una resistenza di valore tale che la corrente che attraversa il tubo VR sia compresa fra 8 e 20 mA con la normale tensione media erogata dal raddrizzatore e con il normale valore di resistenza di carico.

Per ottenere la gamma di stabilizzazione la più ampia possibile, la resistenza serie non deve in nessun caso essere minore di circa 20 kΩ, ciò che comporta la necessità di disporre di un alimentatore che eroghi una tensione notevolmente maggiore di 150 V. Invece quando la tensione erogata dall'alimentatore è solo leggermente maggiore di 150 V, si potrà ottenere una buona stabilizzazione solamente entro una gamma limitata di variazioni di corrente, impiegando una resistenza serie di valore anche minore di 3000 Ω. Quando si usa una resistenza serie di valore così basso, occorre che la tensione fornita dall'alimentatore venga dimensionata in modo che, con il carico inserito sullo stabilizzatore di tensione, la corrente che attraversa questo tubo non oltrepassi i 15 o 20 mA.

Qualora la corrente che attraversa i tubi stabilizzatori di tensione VR 150; VR 105; o VR 75 dovesse essere superiore a 40 mA, ne deriverà una fortissima riduzione della vita del tubo.

Quando la corrente che attraversa il tubo è inferiore a 5 mA, il funzionamento del tubo risulta instabile.

Dunque il tubo deve lavorare sempre entro i suddetti limiti di corrente e in tali condizioni la tensione che si localizza fra i suoi elettrodi potrà variare al massimo dell'1,5 per cento.

Affinchè si inneschi la scarica nel tubo stabilizzatore occorre che la tensione ad esso applicata sia almeno del 10 o 15 per cento superiore alla tensione di regime. Se si vuole essere sicuri che il tubo stabilizzatore si inneschi sempre e che quindi adempia in ogni caso la sua funzione stabilizzatrice, è necessario che tale supero di tensione sia non inferiore al 20 per cento della tensione stabilizzata. Usualmente questa condizione viene soddisfatta automaticamente dato che, per la presenza di una resistenza serie di elevato valore, la tensione fra gli elettrodi del tubo stabilizzatore risulta molto alta quando ancora si deve innescare la scarica nel tubo.

Quando un tubo VR deve venire impiegato per stabilizzare la tensione applicata ad un circuito il quale assorba una corrente minore di 15 mA, corrente valutata sul suo valore medio, il metodo

più semplice per realizzare la migliore stabilizzazione consiste nel regolare la resistenza serie, dopo avere distaccato il carico, variandola fino a far passare nel tubo una corrente di 30 mA circa. In tali condizioni, ricollegando il carico, si è certi di ottenere i risultati migliori.

Questo metodo è raccomandabile particolarmente quando il carico è costituito da un tubo elettronico a riscaldamento indiretto.

Un tale tubo assorbe corrente solo alcuni secondi dopo che l'alimentatore sia stato acceso. In queste condizioni, la corrente che passa attraverso il tubo VR non supererà mai i 40 mA anche quando il carico non assorbe momentaneamente alcuna corrente (dato che, mentre l'alimentatore fornisce subito la sua tensione anodica, il circuito di utilizzazione, essendo a riscaldamento indiretto, impiega un certo tempo ad assorbire corrente).

Figura 32.
NORMALE CIRCUITO STABILIZZATORE DI TENSIONE CON TUBO VR

Il tubo stabilizzatore di tensione VR mantiene costante la tensione ai suoi terminali entro pochi volt, per modeste variazioni di R_L o di Es. Si vedano nel testo i consigli sull'uso dei tubi VR nei vari circuiti, nei quali tali tubi trovano applicazione.

La Fig. 32 rappresenta un normale circuito stabilizzatore di tensione con tubo a scarica nel gas. Il tubo farà in modo che la tensione esistente sopra R_l rimanga costante entro 1 o 2 V per moderate variazioni e della resistenza di carico R_l e della tensione E_i erogata dal rettificatore.

Alimentatori a tensione stabilizzata

Quando si desideri stabilizzare la tensione su un circuito che assorba una corrente superiore a pochi milliampere, non è più consigliabile impiegare i tubi stabilizzatori di tensione a scarica nei gas, sia per la limitata tensione che tali alimentatori possono fornire, sia per la forte corrente raddrizzata che deve essere dissipata sui tubi stabilizzatori a scarica nei gas.

In tali casi è invece consigliabile impiegare gli alimentatori a stabilizzazione elettronica, dei quali nella Fig. 33 ne è rappresentato un tipo, invece degli alimentatori con tubo stabilizzatore di tensione a scarica nei gas, il cui schema generale è quello di Fig. 32.

Nell'alimentatore di Fig. 33 è impiegato un elemento di regolazione in serie, mentre nella parte alimentatrice vera e propria sono impiegati due tubi raddrizzatori tipo 816 a vapore di mercurio.

Il tubo 6AS7-G funziona come

resistenza variabile in serie, controllata da un tubo stabilizzatore, in maniera analoga a quella che si impiega normalmente nei circuiti di controllo automatico di volume e negli amplificatori controreazionati, rispettivamente dei radioricevitori e dei trasmettitori.

Un tubo 6SH7 controlla la polarizzazione negativa di griglia alla quale lavora il tubo 6AS7-G e quindi controlla la resistenza interna di questo tubo.

Questo tubo, a sua volta, controlla la tensione di uscita dell'alimentatore che poi, a sua volta ancora, controlla la corrente anodica del tubo 6SH7. Si completa così il ciclo di regolazione.

È evidente che in queste condizioni qualsiasi variazione della tensione di uscita tende ad autocompensarsi, analogamente a come avviene nei sistemi di controllo automatico di volume dei radioricevitori, nei quali si ha la tendenza all'autocompensazione di qualsiasi variazione della intensità del segnale in arrivo.

Siccome per ottenere una efficace azione regolatrice, è necessario che nel tubo 6AS7-G si abbia una certa caduta di tensione, occorre che l'alimentatore sviluppi una tensione alquanto maggiore di quella necessaria per l'alimentazione dell'apparato. Anzi, si può dire che quanto maggiore è la differenza fra la tensione sviluppata dall'alimentatore e quella occorrente per il circuito di utilizzazione, tanto maggiore è l'efficacia del circuito stabilizzatore di tensione.

Per tenere al massimo valore possibile la tensione di uscita dal rettificatore è opportuno impiegare un sistema rettificatore ad onda intera, con elementi rettificatori a bassa resistenza. Inoltre la capacità del condensatore di uscita dal filtro, deve essere forte e l'impedenza filtro deve avere basso valore di resistenza.

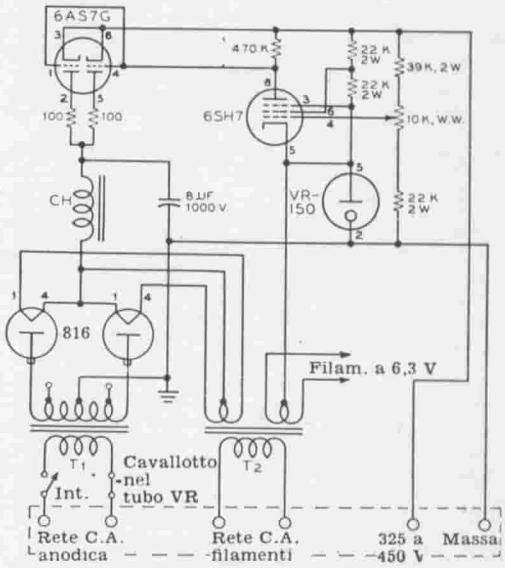


Figura 33.
SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE A TENSIONE STABILIZZATA

CH - Impedenza filtro 10 H - 250 mA.
T_1 - 660 + 660 V - 250 mA.
oppure
550 + 550 V - 250 mA.
T_2 - 5 V - 3 A.
6,3 V - 3,6 A.

La tensione di riferimento nell'alimentatore è fornita da un tubo stabilizzatore a scarica nel gas, del tipo VR 150.

Si noti che l'avvolgimento di accensione dei filamenti dei tubi 6SH7 e 6AS7-G viene fatto lavorare ad una tensione di + 150 V rispetto a massa, collegando l'avvolgimento stesso all'anodo del tubo VR 150.

Con questo sistema si annulla la tensione esistente fra filamento e catodo e si rende possibile ottenere una tensione di uscita fino a 450 V, poichè non viene oltrepassata mai la tensione di 300 V ammissibile fra filamento e catodo del tubo 6AS7-G, anche quando l'alimentatore fornisce la massima tensione di uscita.

Il tubo 6SH7 è stato impiegato al posto del tipo 6SJ7, che è molto più diffuso, dopo avere constatato che con il tubo 6SH7 la stabilità della tensione fornita dall'alimentatore risulta almeno doppia rispetto a quella ottenibile con il tubo 6SJ7.

La versione originale dell'alimentatore impiegava un tubo 5R4-GY al posto dei tubi 816, che successivamente sono stati impiegati.

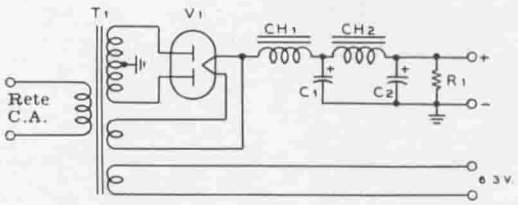
La perdita eccessiva che si aveva nel tubo 5R4-GY dava luogo ad una riduzione della stabilità della tensione erogata, quando questa tensione era di 390 V e la corrente di 225 mA. Riducendo invece a 150 mA la corrente assorbita dal carico, si otteneva una stabilità buona fino a 450 V, con il tubo rettificatore 5R4-GY.

Se si impiegano le prese a 550 V del secondario ad alta tensione del trasformatore di alimentazione e se si limita l'erogazione di corrente a 225 mA, si potrà usare come tubo rettificatore dell'alimentatore un doppio diodo tipo 83 a vapore di mercurio.

Gli estremi dell'avvolgimento secondario ad alta tensione possono fornire 660+660 V e tale tensione oltrepassa il limite consentito per il tubo 83. Con questo tubo si può ottenere una eccellente stabilità fino a circa 250 V di tensione di uscita, se la corrente di uscita è contenuta entro 225 mA. Invece impiegando i tubi rettificatori tipo 816 possono essere utilizzate le massime prestazioni dei vari componenti dell'alimentatore.

Quando l'alimentatore deve venir fatto lavorare ad una tensione di uscita compresa fra 400 e 450 V, ai tubi rettificatori 816 dovrà venire applicata la massima tensione erogabile dal secondario del trasformatore di alimentazione, ossia 660+660 V.

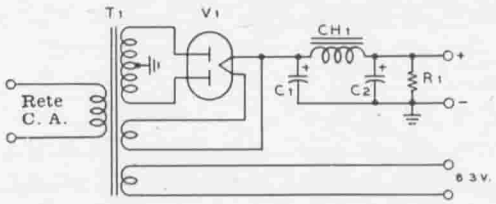
Però in questo caso verrà oltrepassata la massima dissipazione anodica del tubo 6AS7-G, per effetto della caduta di tensione attraverso il tubo. La massima corrente di uscita di 250 mA non potrà essere più ottenuta, dato che in questo caso la caduta di ten-



COMPONENTI							Tensione uscita appross.		Corr. max.
T_1	V_1	CH_1	CH_2	C_1	C_2		Senza carico	Pieno carico	
350+350 V	5Y3-GT	10 H-100 mA	10 H-100 mA	10 μF-450 V	20 μF-450 V		310	240	80 mA
375+375 V	5Y3-GT	3÷13 H-150 mA	7 H-150 mA	10 μF-450 V	20 μF-450 V		330	230	140 mA
400+400 V	5U4-G	2÷12 H-250 mA	4 H-250 mA	10 μF-450 V	10 μF-600 V		360	270	250 mA
525+525 V	5U4-GB	5÷25 H-250 mA	20 H-250 mA	10 μF-600 V	10 μF-600 V		460	375	240 mA
600+600 V	5R4-GY	5÷25 H-250 mA	20 H-250 mA	8 μF-600 V	8 μF-1000 V		540	410	200 mA
900+900 V	5R4-GY	5÷25 H-250 mA	20 H-250 mA	4 μF-1000 V	8 μF-1000 V		630	650	175 mA

Figura 34.

TABELLA PER IL PROGETTO DEGLI ALIMENTATORI CON FILTRO AD INGRESSO INDUTTIVO



COMPONENTI						Tensione uscita appross.		Corr. max.
T_1	V_1	CH_1	C_1	C_2	R_1	Senza carico	Pieno carico	
260+260 V	5Y3-GT	10 H-100 mA	20 μF-450 V	20 μF-450 V	35 K,10 W	340	240	80 mA
375+375 V	5Y3-GT	7 H-150 mA	10 μF-600 V	10 μF-600 V	35 K,10 W	480	350	125 mA
435+435 V	5U4-G	4 H-250 mA	8 μF-600 V	8 μF-600 V	35 K,10 W	600	400	225 mA
600+600 V	5R4-GY	4 H-250 mA	4 μF-1000 V	8 μF-1000 V	50 K,25 W	800	600	200 mA
900+900 V	5R4-GY	20 H-150 mA	4 μF-1500 V	8 μF-1500 V	75 K,25 W	1200	910	150 mA

Figura 35.

TABELLA PER IL PROGETTO DEGLI ALIMENTATORI CON FILTRO AD INGRESSO CAPACITIVO

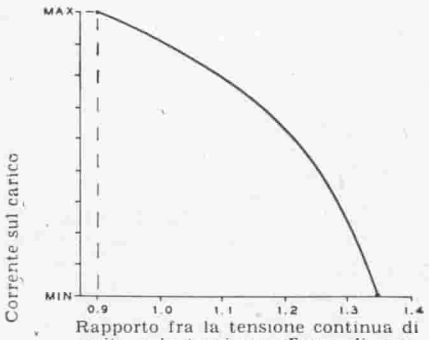


Figura 36.
STABILITA' APPROSSIMATIVA DEI SISTEMI FILTRO AD INGRESSO CAPACITIVO

sione nel tubo moltiplicata per la corrente che attraversa il tubo oltrepasserebbe i limiti di dissipazione anodica consentiti.

Quando la massima corrente che l'alimentatore può erogare (250 mA) deve essere fornita ad una tensione minore di 400 V, sarà necessario collegare gli anodi dei tubi 816 alle prese intermedie del secondario del trasformatore di alimentazione, ossia a quelle che danno 550 + 550 V rispetto a massa.

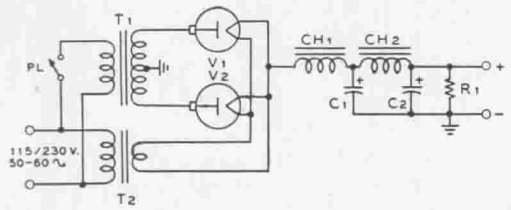
Variando il valore dei resistori e del potenziometro posto sulla uscita si potrà conseguire una certa variazione della tensione di uscita dell'alimentatore. Però occorre sempre stare attenti a non oltrepassare, quando l'alimentatore eroga la massima corrente, la massima dissipazione anodica consentibile per il tubo 6AS7-G, regolatore di tensione in serie. Tale dissipazione è di 26 W. Essa, come si è detto, corrisponde al prodotto della corrente che attraversa il tubo (ossia la corrente di uscita dell'alimentatore più quella che circola nelle resistenze zavorra) per la caduta di tensione nel tubo (tensione sul condensatore di uscita del filtro meno la tensione di uscita dell'alimentatore).

Progetto degli alimentatori Gli alimentatori possono essere o con filtro ad ingresso induttivo, come quello illustrato in Fig. 34, o con filtro ad ingresso capacitivo, come quello illustrato in Fig. 35.

Gli alimentatori con filtro ad ingresso capacitivo sono caratterizzati dal fatto che la loro tensione di uscita si aggira da 0,9 a 1,3 volte il valore della tensione efficace di una metà dell'avvolgimento secondario ad alta tensione del trasformatore di alimentazione.

Nella Fig. 36 è riportata la curva tipica della variazione della tensione di uscita di un raddrizzatore con filtro ad ingresso capacitivo, al variare della corrente assorbita dal carico.

I filtri ad ingresso capacitivo non sono consigliabili per i raddrizzatori impieganti tubi rettificatori a vapore di mercurio, poi-



COMPONENTI								Tensione uscita appross.		Corr. max. (ICAS) mA
T_1	T_2	V_1-V_2	CH_1	CH_2	C_1	C_2	R_1	Senza carico	Pieno carico	
1150+1150 V	2,5 V-10 A	866 A 866 A	6 H-350 mA	10 H-350 mA	4 μF-1500 V	8 μF-1500 V	10 K-75 W	1150	1000	350
1710+1710 V	2,5 V-10 A	866 A 866 A	10 H-500 mA	10 H-500 mA	4 μF-2000 V	8 μF-2000 V	50 K-75 W	1700	1500	425
2900+2900 V	5 V-10 A	872 A 872 A	6 H-800 mA	6 H-800 mA	4 μF-3000 V	4 μF-3000 V	75 K 200 W	2750	2500	700
3500+3500 V	5 V-10 A	872 A 872 A	10 H-1 A	10 H-1 A	4 μF-4000 V	4 μF-4000 V	100 K 200 W	3400	3000	1000
4600+4600 V	5 V-20 A	575 A 575 A	10 H-1 A	10 H-1 A	4 μF-5000 V	4 μF-5000 V	100 K 300 W	4400	4000	600

Figura 37.
TABELLA PER IL PROGETTO DEGLI ALIMENTATORI AD ALTA TENSIONE
CON FILTRO AD INGRESSO INDUTTIVO

ché con questi tubi la corrente di picco potrebbe salire a cinque o sei volte la corrente continua fornita dall'alimentatore.

Tuttavia è possibile impiegare circuiti filtro ad ingresso capacitivo con tubi raddrizzatori a vapore di mercurio tipo 872-A, quando la corrente assorbita dal carico è minore di 600 mA e quando si usi un resistore zavorra di bassa resistenza, che porti ad un assorbimento di corrente di almeno 50 mA in assenza di corrente assorbita dal carico. In tali condizioni la corrente anodica di picco sui tubi 872-A rimane inferiore al valore massimo consentito, purchè beninteso il valore della capacità del condensatore di entrata del filtro non sia superiore a 4 μF.

I filtri con ingresso induttivo sono caratterizzati dal fatto che il picco di corrente anodica sui tubi rettificatori rimane molto basso (dell'ordine di 1,1 o 1,3 volte la corrente media assorbita dal carico). Inoltre, rispetto ai filtri con ingresso capacitivo, essi consentono di ottenere una migliore stabilità della tensione erogata al variare della corrente assorbita dal carico.

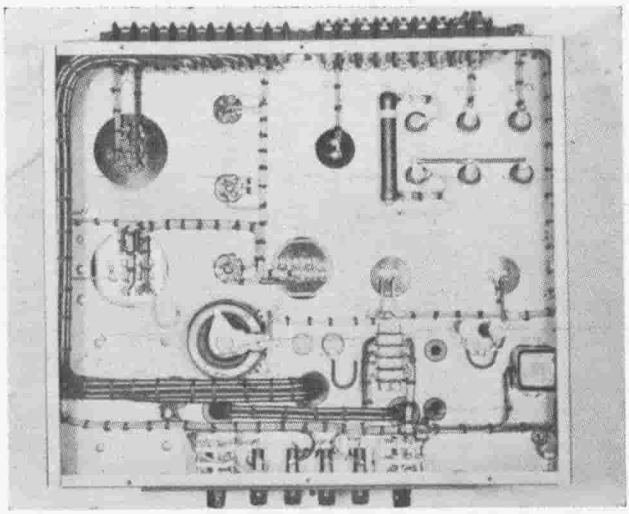
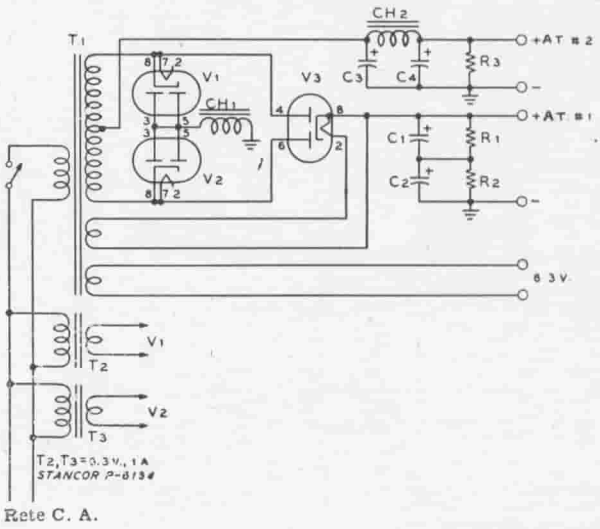


Figura 38.

IL TELAIO DI UN ALIMENTATORE VISTO DA SOTTO

Dopo aver fissati solidamente tutti i componenti al telaio in lamiera di ferro, verranno eseguiti i collegamenti. I collegamenti ad alta tensione potranno essere effettuati con cavo per candele da automobile. Lungo la fiancata posteriore del telaio verrà montata una robusta morsettiera.



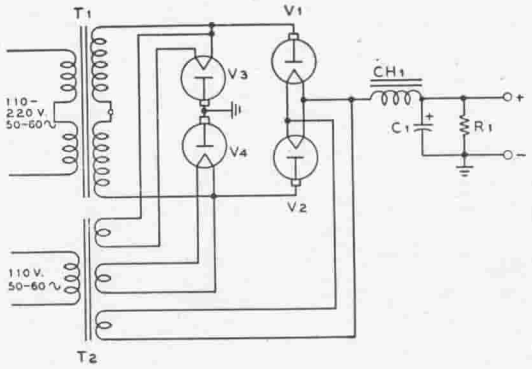
COMPONENTI									Tens. pieno car.		Corrente max.	
T_1	V_1-V_2	V_3	C_1-C_2	C_3-C_4	CH_1	CH_2	R_1-R_2	R_3	AT 1	AT 2	1	2
360 + 360 V	6X5-GT	5V4-G	16 μF 450 V	16 μF 450 V	10 H 120 mA	8 H 50 mA	20 K 10 W	100 K 1 W	600	240	100 mA	40 mA
375 + 375 V	6AX5-GT	5U4-GB	16 μF 450 V	16 μF 450 V	10 H 225 mA	8 H 75 mA	20 K 10 W	100 K 1 W	625	260	200 mA	50 mA

Figura 39.
ALIMENTATORI A PONTE A DUE TENSIONI DI USCITA

Nelle Figg. 34, 35 e 36 sono riportati i dati di progetto dei filtri con ingresso induttivo e capacitivo, per i vari valori di tensioni di uscita e di corrente erogata.

Dal punto di vista elettrico, la costruzione degli alimentatori per trasmettitori, ricevitori o apparecchiature ausiliarie non presenta alcuna difficoltà, data la trascurabile influenza della lunghezza dei collegamenti e la relativa semplicità dei circuiti.

Nella Fig. 38 è riportata la fotografia del telaio di un potente alimentatore, visto dal basso.



COMPONENTI					Tens. pieno carico	Corr. max. (ICAS)
	V_1-V_4	CH_1	C_1	R_1		
2200/110 V trasf. da palo 2 KVA	866-A	20 H 500 mA	200 W 10 μF	2500 V 75 K	1900	
3500 + 3500 V	872-A	10 H 500 mA	8 μF 6600 V	200 K 300 W	6000	

Figura 40.
ALIMENTATORE AD ALTA TENSIONE

Alimentatori a ponte

Nelle Figg. 39 e 40 sono riportati gli schemi elettrici di due alimentatori a ponte, che possono essere considerati come varianti dei normali alimentatori a ponte.

In qualche caso avviene che le tensioni di alimentazione di un amplificatore finale a radiofrequenza e quella del relativo modulatore stanno fra loro nel rapporto 2 a 1. In questo caso si potrà ricorrere al circuito del doppio alimentatore a ponte riportato in Fig. 6, nel quale il trasformatore può essere uno di quelli esistenti normalmente in commercio per l'impiego in apparati radio.

Il primo alimentatore (Fig. 39) è sufficientemente potente per poter alimentare un trasmettitore con tubo finale a radiofrequenza, del tipo 6CL6 o 807, che assorba una potenza di alimentazione anodica non superiore a 60 W.

Il secondo alimentatore (Fig. 40) è in grado di alimentare un trasmettitore che richieda fino a

120 W di potenza di alimentazione anodica, che può essere perciò costituito da una coppia di tetrodi di tipo 6146 impiegati in uno stadio amplificatore a radiofrequenza in Classe C.

Si deve sottolineare che, nell'alimentatore di Fig. 39, si debbono impiegare due distinti trasformatori per l'accensione dei filamenti dei due tubi V_1 e V_2 e che un estremo di ciascun filamento è collegato al catodo del rispettivo tubo, sicchè entrambi sono ad alto potenziale rispetto alla massa.

L'impendenza filtro CH_1, inserita sul negativo dell'alimentatore, serve per entrambe le due tensioni di uscita, per cui ciascuna delle due parti dell'alimentatore può venir considerata come avente un filtro ad ingresso induttivo.

I filamenti dei tubi V_1 e V_2 debbono venire accesi qualche tempo prima che venga applicata tensione al primario del trasformatore T_1 di alta tensione.

Gli alimentatori a ponte possono anche essere usati con vantaggio per ottenere le tensioni anodiche relativamente alte occorrenti nei trasmettitori di alta potenza.

I tubi rettificatori tipo 866-A e 872 possono essere impiegati negli alimentatori che forniscono fino a 3500 V di uscita e tale tensione può essere ottenuta solo con circuiti rettificatori ad onda intera. Al di sopra di tale tensione viene oltrepassata la massima tensione inversa applicabile ai tubi rettificatori e allora può avvenire la scarica dentro i tubi stessi.

Se però si impiega lo schema a ponte, con gli stessi tubi si può ottenere dall'alimentatore una tensione di uscita fino a 7000 V senza oltrepassare i limiti di tensione inversa applicabile ai tubi rettificatori.

I circuiti a ponte consentono inoltre l'impiego dei cosiddetti « trasformatori da palo » negli alimentatori ad alta tensione: sono questi dei trasformatori da due kVA, aventi un secondario a 110-220 V e un primario a 2200 V con varie prese e che vengono impiegati per fornire energia ad utenti lontani dai centri abitati.

Se un tale trasformatore viene impiegato « invertito » si otterrà che, alimentando l'avvolgimento a bassa tensione alla tensione di rete disponibile, il secondario fornirà una tensione di circa 2200 V efficaci.

Impiegando questi trasformatori, che non hanno presa centrale sul secondario, in un circuito rettificatore a ponte (Fig. 40) si otterrà una tensione continua di circa 1900 V con una corrente di circa 500 mA.

È opportuno impiegare trasformatori da 2 kVA e non più piccoli per il motivo che, con questi ultimi, si otterrebbe una cattiva

stabilità della tensione erogata al variare della corrente assorbita dal carico.

Per tensioni ancora più alte si potranno impiegare trasformatori con rapporto ancora maggiore, ossia del tipo che si impiega per ridurre al valore normale di tensione di rete la tensione di una linea a media tensione (ad esempio 4400 V). Con un trasformatore di questo tipo, usato invertito, si potranno realizzare alimentatori in grado di fornire una tensione continua di circa 3800 V.

Con i circuiti a ponte si possono impiegare i normali trasformatori di alimentazione degli apparati radio purchè l'avvolgimento ad alta tensione del trasformatore sia in grado di resistere, verso massa, ad una tensione continua uguale a metà della tensione efficace esistente ai capi dell'avvolgimento stesso.

Molti trasformatori ad alta tensione sono costruiti per funzionare in normali rettificatori ad onda intera, nei quali quindi la presa centrale del secondario ad alta tensione va collegata a massa. In questi trasformatori non è quindi curato in maniera particolare l'isolamento verso massa della presa centrale, per cui questa non sempre è in grado di sopportare una forte tensione continua verso massa.

Per questa ragione non sempre è possibile impiegare in raddrizzatori a ponte, i normali trasformatori ad alta tensione progettati per funzionare con circuiti rettificatori ad onda intera e pertanto, prima di impiegarli, sarà utile interpellare il costruttore del trasformatore oppure eseguire la prova se il secondario ad alta tensione è isolato in modo da poter resistere alla alta tensione che su esso si manifesterà.

7-12 Alimentatore da 300 V - 50 mA

Sia nei laboratori radio che nelle stazioni radio dilettantistiche avviene frequentemente di aver bisogno di un piccolo alimentatore che sviluppi correnti basse.

La più comune applicazione di questo tipo di alimentatore nelle stazioni dilettantistiche consiste nella alimentazione di un certo numero di apparecchiature di prova e di misura, quali i frequenzimetri tipo LM oppure BC-221, i convertitori di frequenza, da usare accoppiati al normale ricevitore della stazione, i treni amplificatori a frequenza intermedia ad alta selettività e gli oscillatori a frequenza variabile.

Questi tipi di apparecchiature possono essere alimentati a tensioni anodiche comprese fra 250 e 300 V e il loro assorbimento di corrente anodica è quasi sempre inferiore a 50 mA.

Figura 41.
TIPICO ALIMENTATORE AUSILIARIO

Questo semplice alimentatore che può fornire 50 mA a 300 V, può essere utilizzato per l'alimentazione di generatori di segnali, di frequenzimetri, di piccoli ricevitori, ecc. Il commutatore S_2 (vedi schema elettrico di fig. 42) è posto sulla parete posteriore del telaio, vicino al cavo di alimentazione.

Per l'alimentazione di questi apparati è generalmente necessaria anche una tensione di accensione dei filamenti, che può essere di 6,3 V oppure di 12 V. Inoltre, specialmente quando si deve alimentare un oscillatore a frequenza variabile, è opportuno che la tensione di alimentazione anodica sia stabilizzata.

L'alimentatore illustrato dalle Figg. 41 e 42 è in grado di soddisfare le esigenze suddette. In esso è impiegato un sistema di filtraggio a due cellule filtro, con ingresso capacitivo, con il quale si ottiene un livello di ondulazione estremamente ridotto.

Nell'alimentatore stesso è previsto un commutatore (S_2) mediante il quale può venire inserito un tubo stabilizzatore di ten-

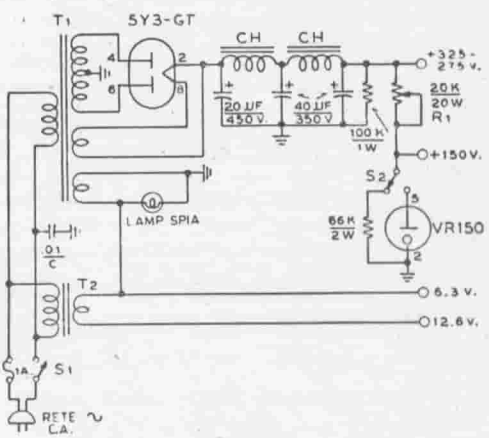


Figura 42.
SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE AUSILIARIO

T_1 - Trasformatore di alimentazione principale.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondari:
350 + 350 V - 50 mA.
5 V - 2 A.
6,3 V - 3 A.

T_2 - Trasformatore di alimentazione per filamenti.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondario: 6,3 V - 1,2 A.

CH - Impedenza filtro 4H - 50 mA.

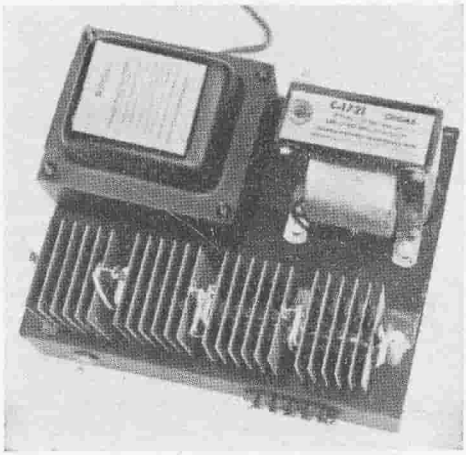


Figura 43.
ALIMENTATORE ECONOMICO DA 100 W

In questo alimentatore viene usato un trasformatore di alimentazione del tipo a duplicazione di tensione, per televisori, e vengono usati rettificatori al selenio di tipo economico. Questo alimentatore è in grado di fornire, alla tensione di 500 V, una corrente di 200 mA. La stabilità della sua tensione di uscita al variare del carico è buona. I rettificatori al selenio sono montati su un lungo tondino di ferro di 5 mm di diametro, filettato alle due estremità. Tutto il gruppo di rettificatori è poi fissato al telaio mediante due squadretti ad L.

sione a scarica nel gas tipo VR 150. Inserendo questo tubo si otterrà all'uscita dall'alimentatore una tensione di 150 V stabilizzata. La corrente che può venire prelevata alla tensione di 150 V si aggira su 35 mA.

Nell'alimentatore è impiegato, oltre al trasformatore principale di alimentazione, anche un secondo trasformatore avente un solo secondario a 6,3 V. Disponendo questo secondario in serie con il secondario a 6,3 V del trasformatore principale, si otterrà la tensione di 12,6 V necessaria per l'alimentazione dei filamenti di tubi a 12 V, oppure di tubi a 6 V collegati a due a due in serie. La polarità del secondario del trasformatore T_2 deve essere scelta opportunamente, così da ottenere sui due avvolgimenti in serie, la tensione di 12,6 V.

Il potenziometro R_1 deve essere regolato in modo da fare innescare la scarica nel tubo stabilizzatore di tensione e da far circolare nel tubo VR 150 una corrente di 15 mA.

Quando si desideri prelevare la massima corrente dalla presa ad alta tensione dell'alimentatore, si deve portare il commutatore S_2 sulla posizione che escluda il tubo VR 150.

7-13 Alimentatore da 500 V - 200 mA

La disponibilità sul mercato di parti di ricambio per televisori, di trasformatori di alimentazione per televisori e di altri componenti, rende possibile ed economica la costruzione di un alimentatore che possa sviluppare una tensione di 500 V con una corrente di 200 mA, ossia che possa fornire una potenza totale di 100 W.

Un alimentatore del genere è adatto per alimentare un trasmettitore da 50 W funzionante in fonia o in telegrafia non modula-

ta, oppure un modulatore di media potenza o infine un amplificatore lineare da 100 W per segnali a banda laterale unica.

La massima uscita che può essere prelevata (non a servizio continuativo) è di 500 V-200 mA e di 6,3 V-7 A.

Nella Fig. 44 è riportato lo schema elettrico dell'alimentatore. Questo alimentatore si basa sull'impiego di un trasformatore di alimentazione (Stancor P-8336) del tipo a duplicazione di tensione, avente un secondario a 117 V-280 mA e avente anche tre secondari a 6,3 V, dei quali uno per 9 ampere.

Nell'impiego normale del trasformatore, i secondari a bassa tensione servono per alimentare i filamenti dei tubi del televisore.

Il nucleo del trasformatore è dimensionato per una potenza di 140 W. Limitando a 40 W la potenza assorbita sui secondari di alimentazione dei filamenti, il trasformatore può erogare 100 W di potenza di alimentazione alla tensione di 500 V, ottenuta mediante un circuito quadruplicatore di tensione.

Con carichi di questa entità, l'alimentatore può esser fatto funzionare per un'ora, prima che il trasformatore di alimentazione assuma una temperatura tale da non poter essere toccato con le mani.

In questo alimentatore sono

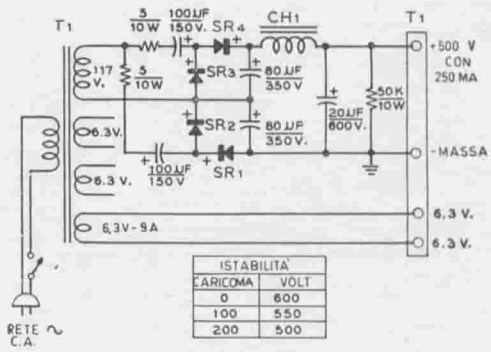


Figura 44.
SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE DA 500 V 200 mA

T1 - Trasformatore di alimentazione per televisori con duplicazione di tensione.
Primario adatto alla tensione di rete disponibile.
Secondari:
117 V - 280 mA
6,3 V - 2 A
6,3 V - 2 A
6,3 V - 9 A
CH1 - Impedenza filtro 8,5 H - 200 mA.
SR1 - SR4 - Rettificatori al selenio da 500 mA.

usati quattro rettificatori al selenio, montati in circuito quadruplicatore di tensione. Nel prototipo illustrato dalle figure sono stati usati rettificatori da 500 mA. In loro vece potrebbero venire impiegati rettificatori da 200 mA, senza alcuna importante diminuzione di prestazioni.

Per limitare la corrente iniziale di carica dei condensatori filtro, che potrebbe pregiudicare il funzionamento dei rettificatori, sono stati inseriti due resistori da 5 Ω-10 W.

La stabilità della tensione sviluppata dall'alimentatore al variare del carico è buona. Come di-

mostra la tabella, la tensione di uscita, che in assenza di carico è di 600 V, scende a 500 V con il massimo carico inserito (200 mA).

L'alimentatore verrà montato su un telaio di ferro avente le dimensioni di cm 23 × 15 × 5. I condensatori filtro verranno montati sotto il telaio, con i loro reofori saldati a capofili di piastrine isolanti.

Tutti i terminali del trasformatore verranno lasciati della loro lunghezza originaria, in modo da consentire l'eventuale reimpiego del trasformatore in un altro alimentatore.

7-14 Alimentatore a 1500 V - 425 mA

Le stazioni radio per dilettanti, che più frequentemente vengono costruite e che danno i risultati più interessanti, richiedono per la alimentazione anodica tensioni intorno al 1500 V e correnti intorno ai 400 mA.

Mediante un alimentatore che sia in grado di sviluppare questa tensione e questa corrente può venire alimentato lo stadio amplificatore a radiofrequenza di un trasmettitore in fonia modulato in ampiezza, che assorba a 1500 V una corrente di 250 mA (ossia 375 W di potenza di alimentazione anodica) e il relativo modulatore che, a 1500 V, assorbirà da 20 a 200 mA di corrente di alimentazione anodica.

Un alimentatore da 1550 V-400 mA, se impiegato su un trasmettitore a banda laterale unica, consente di fornire a questo una potenza (sul picco del segnale) di 600 W (1550 V-400 mA), quale è quella che può essere assorbita dai nuovi tetrodi tipo 7094 della RCA.

Se si considera il costo dei componenti di un alimentatore, si riscontrerà facilmente che la tensione di alimentazione anodica di 1500 V è la più economica. Infatti, i componenti di un alimentatore, che possa fornire 2000 V costano quasi il doppio rispetto ai componenti di un alimentatore a 1500 V.

Pertanto, la tensione di alimentazione anodica di 1500 V rappresenta un ottimo compromesso fra costo della apparecchiatura e prestazioni, a meno che non si voglia lavorare con potenze di alimentazione anodica di 1 kW, nel quale caso occorre un alimentatore che fornisca tensioni e correnti più alte, ma con un costo per watt assai superiore rispetto a quello a 1500 V.

Nella Fig. 46 è riportato lo schema elettrico di un tipico alimentatore a 1500 V-425 mA.

Il primario può essere commutato su 115 V oppure su 230 V. Con questa seconda tensione di alimentazione si ottiene una sta-

bilità leggermente migliore. Quando la tensione di rete è a 230 V, i due primari verranno collegati in serie. Per tensione di rete a 115 V i due primari vanno invece collegati in parallelo. Inoltre, si collegano in serie i primari quando, con una tensione di rete di 115 V, si vuole ottenere una tensione di uscita dell'alimentatore che sia metà della tensione normale (ossia 750 V invece di 1500 V). In questa condizione di funzionamento, l'alimentatore può fornire ancora una corrente di 400 mA.

Per ottenere la migliore stabi-

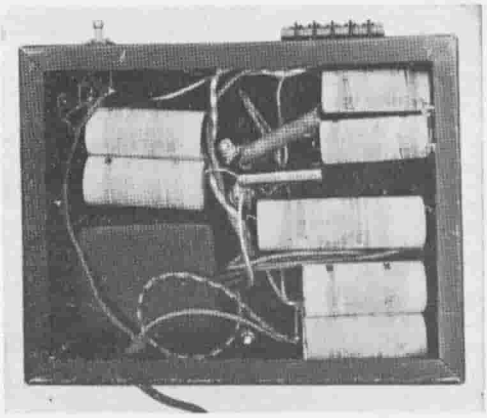


Figura 45.
IL TELAIO DELL'ALIMENTATORE DA 500 V - 200 A VISTO DAL BASSO

Per formare ognuna delle due capacità di filtro da 80 μF - 350 V, si sono usati due condensatori da 20 + 20 μF - 350 V, collegati in parallelo.

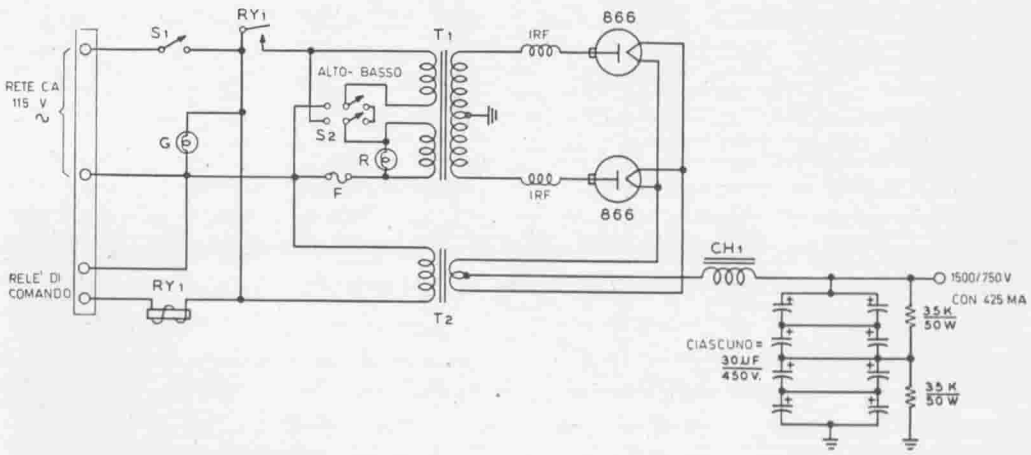


Figura 46.
SCHEMA ELETTRICO DELL'ALIMENTATORE A 1500 V - 425 mA

T_1 - Trasformatore di alimentazione.
Primario: 115 - 230 V oppure per qualsiasi altra tensione di rete disponibile.
Secondario: 1710 + 1710 V - 425 mA.

T_2 - Trasformatore di alimentazione dei filamenti dei tubi rettificatori. Isolamento fra primario e secondario 10 kV.
Primario 115 V.
Secondario: 2,5 V - 10 A.

CH_1 - Impedenza filtro da 6 H - 300 mA.
Isolamento fra avvolgimenti e lamierini 10 kV.

IRF - Impedenza a radiofrequenza antironzio (Millen 77866).

lità della tensione erogata dall'alimentatore al variare del carico, come è richiesto quando l'alimentatore deve fornire la tensione anodica ad un modulatore in Classe B oppure ad un amplificatore per banda laterale unica, si userà un condensatore di uscita dal filtro della massima capacità possibile. Naturalmente, il filtro sarà ad ingresso induttivo.

È possibile tuttora trovare a buon prezzo, nel mercato dei residuati bellici, condensatori filtro da 60 μF-2000 V-lavoro. Questi condensatori, nuovi, avrebbero un prezzo assai rilevante e tale da generare qualche perplessità al maggior numero di radio-dilettanti.

Qualora non fosse possibile trovare un condensatore di questo tipo, si potrà sostituirlo in maniera relativamente facile ed economica, disponendo in serie-parallelo un certo numero di condensatori elottrolitici, alla maniera indicata nello schema elettrico di Fig. 46. Questi condensatori saranno ciascuno da 30 μF-450 V-lavoro e, collegandone otto in serie-parallelo, si otterrà una capacità di 15 μF-1800 V-lavoro. Il valore di capacità di 15 μF è il minimo che possa essere impiegato soddisfacentemente per gli amplificatori lineari per banda laterale unica. Disponendo invece in serie-parallelo 16 condensatori da 30 μF-450 V-lavoro si otterrà la capacità di 30 μF, che è molto più adatta per gli amplificatori per banda laterale unica.

Un alimentatore di questo tipo deve essere montato su un robusto telaio in ferro e tutti i collegamenti debbono essere eseguiti con cavo isolato per 10.000 V in politene, del tipo che si usa nell'alta tensione (EAT) dei televisori, oppure con cavo per candele di accensione delle automobili.

Per eliminare i disturbi che si generano in un alimentatore di questo tipo, si useranno opportune impedenze a radiofrequenza. Queste impendenze debbono essere inserite sui collegamenti di anodo dei tubi rettificatori a vapori di mercurio, alla maniera indicata nello schema elettrico di Fig. 46. Si riduce in tal modo la tendenza che hanno questi tubi ad entrare in oscillazione su una parte del ciclo di funzionamento. Quando avviene una oscillazione del genere, si viene a creare un ronzio a 100 Hz che si sovrappone ad entrambe le bande laterali del segnale modulato in ampiezza.

7-15 Alimentatore a doppia tensione di uscita per trasmettitori

Quasi tutti i trasformatori di alimentazione ad alta tensione sono muniti di spire intermedie nello avvolgimento secondario, come

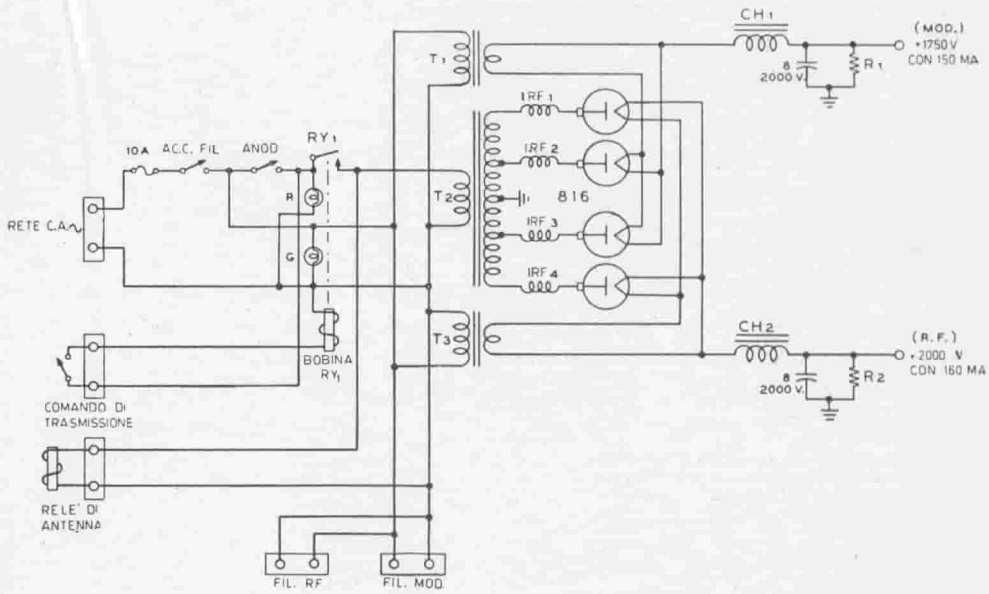


Figura 47.
ALIMENTATORE A DOPPIA TENSIONE DI USCITA

T_1 - T_3 - Trasformatori di alimentazione dei filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 2,5 V - 5 A. Isolamento del secondario: 10 kV.

T_2 - Trasformatore di alta tensione. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario: 2400 + 2400 V - 375 mA con prese intermedie a 2100 + 2100 V e con presa centrale.

CH_1 - Impedenza filtro 3 ÷ 17 H - 0,3 A.

CH_2 - Impedenza filtro 8 H - 0,3 A.

R_1 - R_2 - Resistori da 70 kΩ - 100 W.

IRF_1 ÷ IRF_4 - Impedenze filtro a radiofrequenza (tipo J.W. Miller 7865. Essendo impedenze doppie, ne occorrono soltanto 2).

RY_1 - Relè a una interruzione - Bobina di eccitazione adatta alla tensione di rete.

è il caso del trasformatore dell'alimentatore di Fig. 47.

Con un trasformatore di questo tipo diviene possibile impiegare diversi tubi rettificatori e sistemi di filtraggio separati, ottenendo così due differenti tensioni di uscita. Naturalmente bisogna fare in modo che la somma delle potenze prelevate sulle due tensioni di uscita non oltrepassi il valore di potenza erogabile dal trasformatore di alimentazione.

La potenza sviluppabile dell'alimentatore può venire suddivisa in qualsiasi modo si desideri, fra le due tensioni di uscita dell'alimentatore stesso.

La potenza che il trasformatore T_2 può fornire, con funzionamento intermittente, è di 750 W, mentre per un servizio continuativo questa potenza non deve oltrepassare i 600 W.

In servizio continuativo l'alimentatore può fornire, ad esem-

pio, 2000 V con 160 mA, per l'alimentazione anodica di un amplificatore a radiofrequenza con tubo 813 (che richieda 320 W di potenza di alimentazione anodica) e 1750 V con 20-150 mA per l'alimentazione anodica di due tubi tipo 811-A funzionanti come stadio modulatore in Classe B.

In servizio intermittente, si può alimentare l'amplificatore a radiofrequenza con tubo 813 facendogli assorbire, in fonia, 400 W di alimentazione anodica oppure, in telegrafia non modulata, 500 W di alimentazione anodica. Con questi carichi l'alimentatore non presenterà sintomi di sovraccarico.

Per applicare la tensione anodica ai tubi rettificatori si è fatto uso di un relé comandabile a distanza. Questo relé chiude sulla tensione di rete il primario del trasformatore ad alta tensione. Lo stesso interruttore, quando è posto su « Trasmissione », oltre a chiudere la bobina di eccitazione di questo relé, eccita un relé ausiliario, che esegue la commutazione dell'antenna dal ricevitore al trasmettitore.

7-16 Alimentatore da un kilowatt

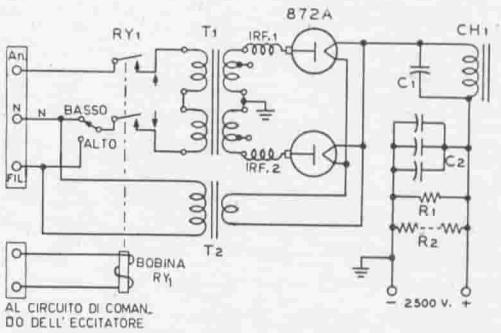
Nella Fig. 48 è riportato lo schema elettrico di un alimentatore capace di sviluppare con continuità una tensione di 2500 V con una corrente di 500 mA, oppure, in servizio intermittente, con una corrente di 700 mA.

L'alimentatore è progettato per alimentare un amplificatore da un kilowatt di potenza di alimentazione anodica, che funzioni alla tensione anodica di 2500 V con una corrente anodica di 400 mA, insieme ad un modulatore da 500 W che funzioni anch'esso con una tensione anodica di 2500 V ma che assorba una corrente anodica di 50-300 mA. Più particolarmente, questo alimentatore può essere impiegato con un trasmettitore che impieghi una coppia di tetrodi tipo 4-250 A come stadio finale in Classe C e una coppia di tubi tipo 810 come stadio modulatore.

Per trasmettitori a banda laterale unica, questo alimentatore può essere impiegato con uno stadio amplificatore lineare che sul picco del segnale assorba 1750 W di potenza di alimentazione anodica, come è l'amplificatore con tubo 4 C-1000 A descritto in un precedente capitolo.

Siccome il peso totale dei componenti si aggira intorno ai 70 kg, l'alimentatore dovrà essere montato direttamente sul piano di fondo di un telaio per pannelli normalizzati (rack) invece che su un normale telaio di ferro, che poi non potrebbe essere trasportato.

Le impedenze a radiofrequenza IRF_1 e IRF_2, che servono per la



T_1 – TRASFORMATORE DI ALTA TENSIONE PRIMARIO ADATTO PER RETE MONOFASE O BIFASE. SECONDARIO: 2900+2900 V–0,7 A

T_2 – TRASFORMATORE DI ALIMENTAZIONE DEI FILAMENTI. PRIMARIO ADATTO ALLA TENSIONE DI RETE DISPONIBILE. SECONDARIO: 5V–10 A. ISOLAMENTO DEL SECONDARIO 10 kV

CH_1 – IMPEDENZA FILTRO, 6H–0,7A. L'ISOLAMENTO FRA AVVOLGIMENTI E LAMIERINI DEVE ESSERE DIMENSIONATO PER 10 KV

C_1 – CONDENSATORE A CARTA E OLIO DA 0,2 μF–5000 V–LAVORO

C_2 – TRE CONDENSATORI DA 4 μF–3000 V

R_1 – RESISTORE DA 100 Ω – 200 W

R_2 – UNDICI RESISTORI DA 0,5 MΩ – 2 W CIASCUNO, COLLEGATI IN SERIE.

RF_1 – RELÈ A DUE INTERRUZIONI. BOBINA DI ECCITAZIONE A TENSIONE DI RETE. CONTATTI DA 20 A.

IRF_1–IRF_2 IMPEDENZE FILTRO A RADIOFREQUENZA (J.W. MILLER TIPO 7868)

Figura 48.

ALIMENTATORE AD ALTA TENSIONE

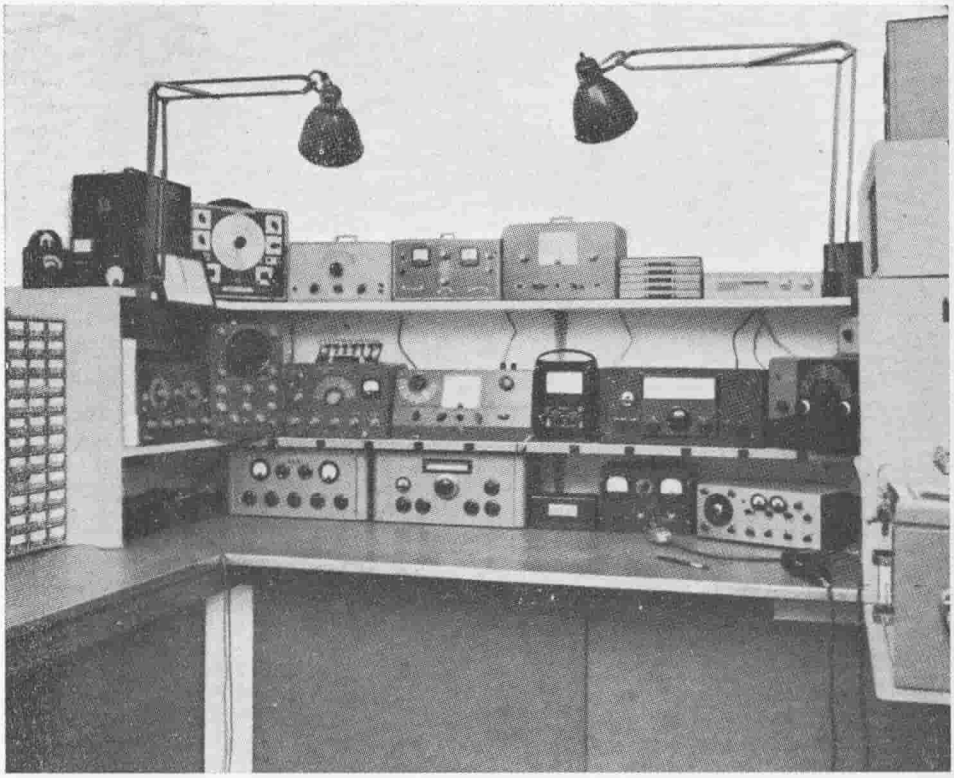
soppressione dei transitori dei tubi, vengono montate direttamente sui terminali ad alta tensione del trasformatore anodico.

I due tubi rettificatori tipo 872-A sono montati in modo che i collegamenti che, dalle impedenze a tradiofrequenza vanno ai loro anodi, siano lunghi non più di 7-8 cm.

Per fare risuonare l'impedenza filtro su circa 100 Hz, con la corrente di 25 mA che circola nella resistenza zavorra, si userà un condensatore a carta-olio da 0,2 μF-5000 V-lavoro. Quando il carico assorbe la massima corrente, l'induttanza dell'impedenza filtro diminuisce e allora il circuito risonante risulta disaccordato rispetto alla frequenza di 100 Hz. Con questo artificio si ottiene una migliore stabilità della tensione erogata dall'alimentatore al variare del carico.

Il risultato di questo sistema di stabilizzazione è che la tensione fornita dall'alimentatore diminuisce di meno del 10% passando dalla condizione di assenza di carico alla condizione di carico massimo.

CAPITOLO OTTAVO



Pratica costruttiva

Con poche eccezioni possibili, quali i condensatori fissi in aria, i condensatori di neutralizzazione e le bobine per trasmettitori, raramente conviene tentare di costruirsi i componenti richiesti per la costruzione di un trasmettitore per dilettanti. Ciò è specialmente vero quando le parti sono di tipo usato nella costruzione e nei ricambi di radio-ricevitori per radiodiffusione, giacchè la produzione in gran serie ha reso questi componenti molto economici.

Trasmettitori Coloro che possono e vogliono dedicare il tempo necessario per costruire da sè i trasmettitori partendo dai componenti, realizzano un notevole risparmio. I dati necessari sono esposti nei relativi capitoli di questo libro.

Per molti dilettanti la costruzione di un trasmettitore è altrettanto appassionante quanto il funzionamento della stazione finita; infatti molti di essi traggono tanta soddisfazione nel costruire una parte dell'apparato ben funzionante, che dedicano più tempo nel fare e rifare il complesso che non nel suo impiego per trasmettere.

8-1 Utensili

Ottimi lavori possono essere fatti su telai a pannelli metallici con l'aiuto di pochi ed economici utensili. Tuttavia, il tempo richiesto per la costruzione viene molto ridotto se si può disporre di un completo assortimento di attrezzi per la lavorazione del metallo. La dotazione di utensili va scelta in relazione a vari fattori. Chi già si divertiva a lavorare dispone di molti utensili utili per le radio costruzioni: giravite, martello, sega, squadra, lime ecc. Nel preventivo di spesa, la parte relativa agli utensili si deve perciò limitare a quelli speciali per le costruzioni radio come punzoni per zoccoli, seghetti per fori, viti e dadi, ecc. La mole di lavoro che ci si propone di svolgere in questo campo è decisiva per stabilire se è conveniente comprare un ampio assortimento di strumenti, che faccia guadagnare tempo nel lavoro, e se essi debbono essere della migliore qualità, oppure di tipo economico.

Gli attrezzi ed i materiali sotto elencati sono quelli più utili per un laboratorio personale.

UTENSILI E MATERIALI INDISPENSABILI

1 *buon* saldatore elettrico da 100 W
1 bobina di filo di lega saldante con disossidante incorporato
4 giraviti: grande, medio, piccolo e « midget »
1 **buon** trapano a mano a due velocità
1 serie di punte da trapano (da 2 mm fino a 6 o 10 mm secondo la capacità del mandrino)
1 pinza normale da 15 cm
1 pinza a becco lungo da 15 cm
1 tronchesino diagonale da 15 cm
1 punzone per zoccoli ∅ 26 mm
1 chiave per il punzone da zoccoli
1 temperino tipo « Boy Scout »
1 righetto ed una squadra d'acciaio di 30 cm
1 metro (millimetrato) a righetto o a nastro
1 punzone segna-centri

1 pietra per affilare
1 oliatore (per olio fluido)
tela smeriglio
1 archetto per sega con alcune lame
1 lima media con manico
1 scalpello da ferro con punta da 12 mm
1 martello

UTENSILI E MATERIALI MOLTO UTILI

1 morsa da banco (apertura di almeno 80 mm)
1 bobina di piattina di lega saldante
1 trapano da falegname (gira bacchino)
1 fresa conica a stelo quadro
1 alesatore conico piccolo a stelo quadro
1 alesatore conico grande a stelo quadro (i due alesatori devono sovrapporsi: ad esempio ∅ 12 e ∅ 22 mm)
1 punzone per condensatori elettrolitici ∅ 23 mm
1 punzone per zoccoli di valvole ∅ 16 mm
1 punzone per zoccoli di valvole ∅ 30 mm
1 taglia-cerchi regolabile fino a 80 mm
1 piccola serie di chiavi a forcella
1 cesoia per lamiera di 25÷30 cm
1 scalpello da legno (punta da 12 mm)
1 compasso a punte fisse
1 lima grossa piatta 30 cm
1 lima grossa tonda 12÷18 cm
1 serie di chiavi a esagono (Allen)
6÷8 piccole lime assortite: tonda, mezzo-tonda, tripolare piatta, quadrata, a coda di topo
4 piccoli morsetti a C.
Lana d'acciaio, grossa e fine
Carta vetrata e tela smeriglio: grossa, media, fine
Cemento duco
Spazzola di ferro

UTENSILI E MATERIALI UTILI MA NON INDISPENSABILI

1 sega (piccola) con lame per metalli
1 piccola sega da legno (a denti trasversali)
3 punte da trapano a stelo quadro: ∅ 10, 11, 12 mm
Corredo di viti e dadi
4 morsetti a C di medie dimensioni
Grasso (in tubetto)
Petrolio
Lacca, o vernice, trasparente
Spazzola
Pennello
Lastre di celluloide, lucite, o polistirolo
1 giravite per viti a testa incassata.

Gli assortimenti di utensili e materiali sopra elencati presumono che il costruttore non voglia acquistare i più costosi utensili meccanici, come un trapano meccanico, una smerigliatrice ecc. Se disponesse di macchine utensi-

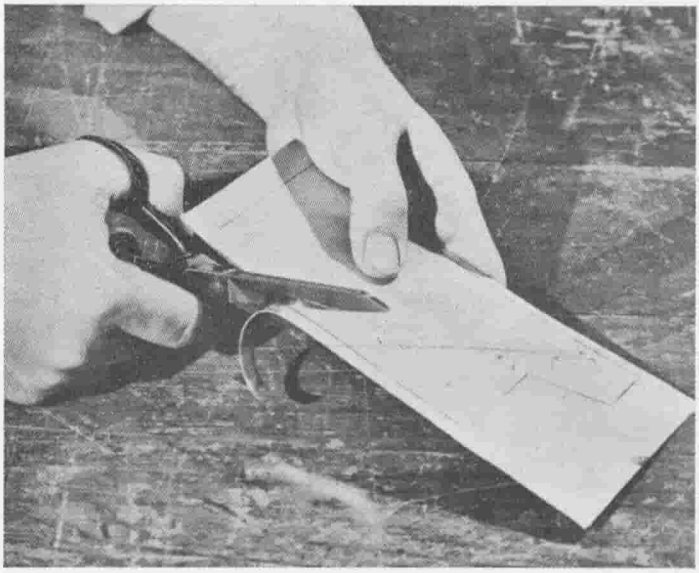


Figura 1.
LE LASTRE SOTTILI DI ALLUMINIO POSSONO ESSERE TAGLIATE CON UN GROSSO PAIO DI FORBICI

li, ovviamente alcuni degli utensili sopra elencati risulterebbero superflui. Un trapano meccanico facilita notevolmente il lavoro di costruzione, ma purtroppo se di buona qualità costa quanto un piccolo trasmettitore.

Nel prospetto non sono stati elencati vari utensili di speciale impiego radiotecnico che possono sembrare un lusso, ma nondimeno sono molto pratici; ad esempio cacciaviti, chiavi e punte speciali per saldatori, ecc. Questi possono trovarsi nei principali negozi di radio accessori e sono normalmente elencati nei loro cataloghi.

Se è previsto l'uso delle più nuove e diffuse serie di tubi « miniatura » (6AK5, 6C4, 6BA6 ecc.), nella costruzione di apparati, saranno necessari alcuni altri utensili per montare i piccoli componenti. Gli zoccoli dei tubi miniatura si montano in un foro di 16 mm, mentre gli zoccoli a 9 spine richiedono un foro di 19 mm. Esistono in commercio punzoni di queste dimensioni, altrimenti si deve allargare un foro più piccolo fino alle dimensioni volute. Le viti per il montaggio degli zoccoli miniatura hanno generalmente le dimensioni di 2,5 ÷ 3 mm.

Telai metallici La costruzione di telai metallici richiede pochi utensili in più, ed un tempo molto maggiore, ma consente un'estetica ed un funzionamento nettamente superiori.

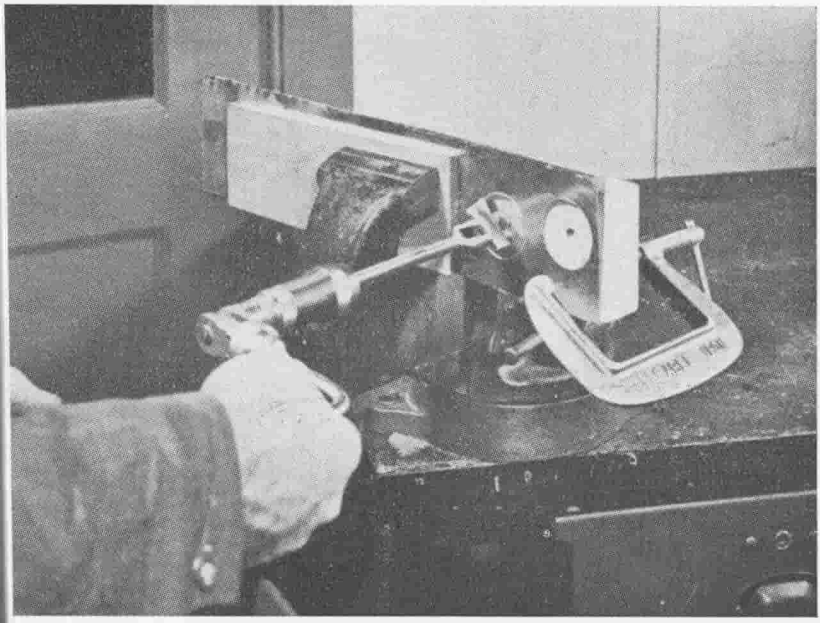


Figura 2.
GLI USUALI TRAPANI DA LEGNO SONO MOLTO UTILI PER EFFETTUARE I FORI NELLE LASTRE DI ALLUMINIO RICOTTO

Questo tipo di costruzione è poi imposto quando è necessaria la schermatura dell'apparato. Un pannello frontale ed uno schermo posteriore riducono i pericoli di scosse e completano la schermatura del telaio.

La costruzione a ripiani è praticamente uguale a quella a telai metallici in quanto la principale differenza consiste nel modo in cui i telai sono fissati al pannello.

8-2 Materiali

Gli apparati elettronici possono essere montati su telai di legno, di ferro o di alluminio.

La scelta del tipo di materiale da usare nel telaio dipende dai requisiti del circuito elettrico, dal peso dei componenti da montare e dal costo del progetto, specialmente quando le disponibilità economiche del costruttore sono piuttosto limitate.

Costruzioni provvisorie su tavola Il metodo più semplice per costruire un radiocomplesso consiste nel realizzarlo in modo provvisorio e cioè fissando i vari componenti su una tavola di legno di opportune dimensioni con viti a legno, o bulloni, e disponendo le varie parti in modo che i collegamenti più importanti risultino molto corti.

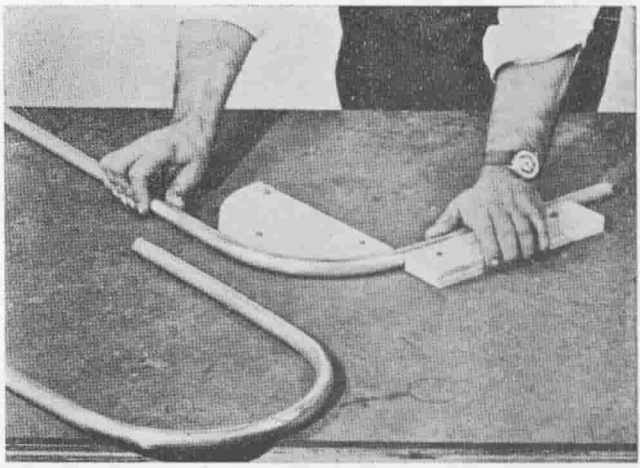


Figura 3.
I TUBI SOTTILI DI ALLUMINIO POSSONO ESSERE PIEGATI MEDIANTE UNA SAGOMA DI LEGNO
Per evitare che il tubo si schiacci (specialmente quando il raggio di curvatura è piccolo) si riempirà il tubo con sabbia asciutta.

Tale montaggio è adatto per provare una disposizione sperimentale, oppure talvolta per montare un'unità sperimentale di un complesso di misura. Ma nessun apparecchio permanente, o stazione trasmittente, deve essere lasciato in tale forma provvisoria. Il montaggio su tavola è pericoloro perchè i componenti sottoposti a tensioni elevate sono tutti esposti. Inoltre tale montaggio non deve mai essere usato per parti a r.f. di un trasmettitore poichè sarebbe praticamente impossibile schermarlo per l'eliminazione delle interferenze alla TV dovuto all'irradiazione di armoniche.

La costruzione a ripiani è praticamente uguale a quella a telai metallici in quanto la principale differenza consiste nel modo con cui i telai sono fissati al pannello.

Intelaiature speciali Per stadi a r.f. di alta potenza molti costruttori preferiscono scostarsi dal più usuale tipo di costruzione, usando invece intelaiature metalliche a mensole che essi progettano specificatamente per le parti a cui debbono servire. Essi sono generalmente disposti in modo da consentire i più corti collegamenti a r.f. e vengono fissati direttamente dietro ad un telaio scomponibile per mezzo di pochi bulloni, con spine di controllo che si inseriscono nei corrispondenti fori del pannello.

Impiego dell'alluminio L'impiego dell'alluminio nelle costruzioni radioelettriche si sta generalizzando a causa della necessità di co-

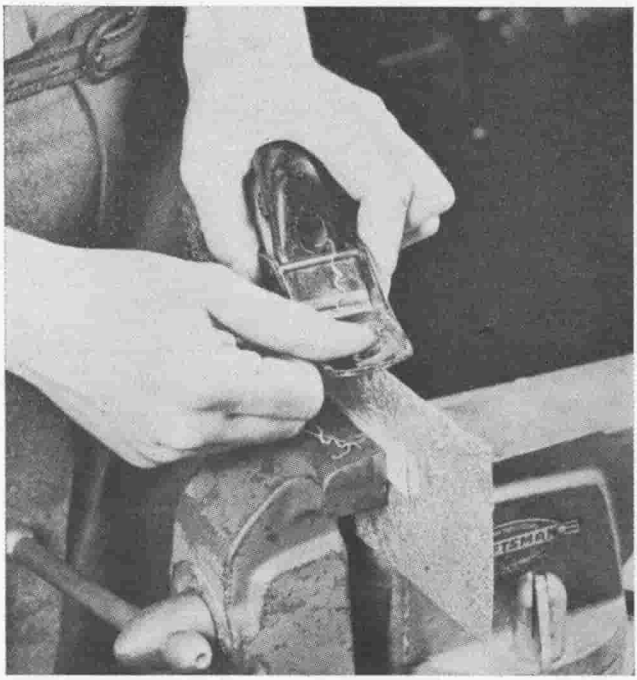


Figura 4.

LE PIALLE DA FALEGNAME POSSONO VENIRE IMPIEGATE PER SPIANARE O ARROTONDARE GLI SPIGOLI DEI PANNELLI DI ALLUMINIO RICOTTO

struire custodie « elettricamente ermetiche » allo scopo di contenere entro i limiti più bassi possibili la irradiazione di armoniche che potrebbero interferire con i segnali trasmessi dalle stazioni televisive.

Impiegando un adeguato tipo di alluminio, si potranno costruire con una certa facilità custodie e protezioni, con le normali attrezzature meccaniche dei laboratori dei radiodilettanti. Nella costruzione di apparati occorrerà evitare di impiegare alluminio crudo, per non rendere difficoltosa la costruzione delle apparecchiature. Per esse andrà invece benissimo l'alluminio semicrudo oppure ricotto.

Oggi è possibile trovare, nei negozi di materiali metallici, alluminio ricotto negli spessori e nelle dimensioni volute, che si presta ottimamente ad essere lavorato con mezzi anche rudimentali. È altresì possibile trovare leghe di alluminio che si prestano ancora meglio alle lavorazioni.

Inoltre nei negozi suddetti è possibile trovare angolari, lastre, tondini di alluminio nelle dimensioni le più diverse ed è anche possibile acquistare lastre di allu-

minio forate, con le quali possano essere costruite le custodie che, pur essendo elettricamente bene schermanti, consentano la ventilazione degli apparati e quindi il raffreddamento dei vari componenti.

Le Figg. da 1 a 4 mostrano il modo con cui può essere lavorato l'alluminio, servendosi dei normali arnesi per il taglio e la foratura, dei quali qualsiasi laboratorio è normalmente dotato.

Nella Fig. 5 è raffigurato un semplice tavolo da lavoro, che può anch'esso essere costruito con angolari di alluminio, pannelli di legno compensato e il cui piano è in legno di 2 cm di spessore.

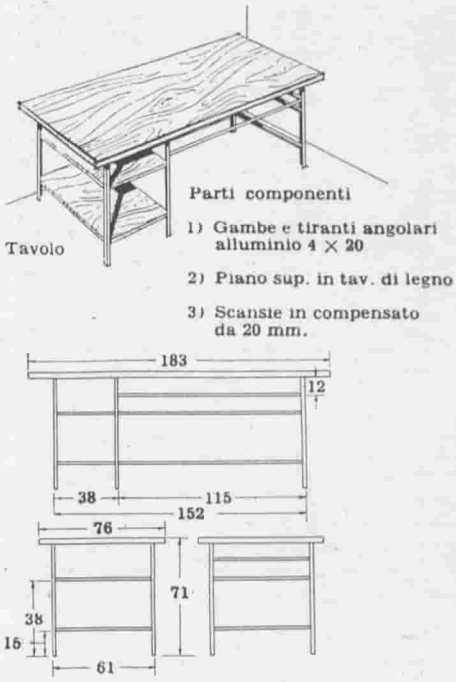


Figura 5.

ECONOMICO TAVOLO DA LAVORO COSTRUITO CON ANGOLARI DI ALLUMINIO COMPENSATO E TAVOLE DI LEGNO

8-3 Schermature contro le interferenze televisive

Per costruire custodie che costituiscano una efficace schermatura contro la irradiazione di segnali che possano interferire le ricezioni televisive, gli arnesi occorrenti sono una squadra ad angolo retto, una forbice e una morsa da banco. Mediante questi pochi arnesi e un po' di abilità, la costruzione delle custodie risulterà facile e il risultato estetico pienamente soddisfacente.

In questo paragrafo descriveremo un metodo molto semplice per costruire queste custodie.

Il più semplice tipo di schermatura è quello costituito da un unico pezzo di lastra di metallo (generalmente alluminio) forata, piegata alla maniera indicata in Fig. 6.

Il piano superiore della schermatura, le pareti laterali e la parete posteriore vengono ricavati da un unico pezzo di lastra, piegato in modo da poter fissare ogni singolo lato a opportune flange ricavate negli altri lati.

Il piano superiore della schermatura deve avere le stesse di-

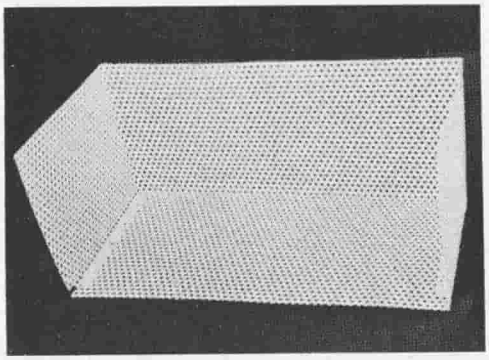


Figura 6.

SCHERMATURA CONTRO LE INTERFERENZE TELEVISIVE, COSTITUITA DA UNA LASTRA DI ALLUMINIO FORATO DI UN SOL PEZZO, OPPORTUNAMENTE TAGLIATA E PIEGATA

Una lastra di alluminio forata può venire facilmente tagliata e piegata realizzando così una schermatura efficace contro le interferenze televisive. Nel tagliare la lastra si farà in modo che su opportuni lati della custodia possano essere ricavate la flange, mediante le quali i lati stessi possano essere uniti l'uno all'altro mediante viti.

mensioni del telaio sul quale la schermatura deve appoggiare.

La parte anteriore della schermatura verrà fissata, mediante viti, a listelli di alluminio a L, a loro volta fissati posteriormente al pannello frontale dell'apparato. Volendo, anche le pareti laterali e la parete posteriore della schermatura possono essere munite, ai bordi, di angolari ad L, allo scopo di poter venire fissate, mediante viti, al telaio.

Si può semplificare la costruzione avvitando direttamente la schermatura sul telaio, mediante viti autofilettanti.

Una schermatura di questo tipo è quella usata per il trasmettitore per tutte le bande di frequenza, descritto nel Capitolo VI.

Nella Fig. 7 è illustrata una schermatura di tipo più complesso. In questo tipo di schermatura sono impiegati listelli di angolare ad L tagliati e sagomati in modo da costituire una intelaiatura, alla quale poi verranno avvitate le pareti laterali della schermatura, la parete posteriore e il piano superiore della schermatura stessa.

Per maggiore robustezza, i vari spigoli della intelaiatura possono venire rinforzati mediante calotte triangolari fissate agli stessi spigoli. Le viti che sostengono la struttura saranno da 5-6 mm.

Indipendentemente dal tipo di schermatura che si vuole realizzare, bisogna fare attenzione che tutti gli spigoli siano ad angolo retto.

Non sempre i telai che vengono acquistati, o i relativi pannelli, hanno gli angoli assolutamente retti. Prima di cominciare a realizzare la schermatura bisogna quindi controllare dimensioni ed angoli del telaio, poichè un eventuale errore nel rilievo di questi parametri si traduce quasi sempre in una imperfezione della ermeticità della schermatura che si può ottenere. Nella migliore delle ipotesi l'errore provocherà un peggioramento dell'aspetto estetico della custodia dell'apparato.

Purtroppo, di questo errore ci si accorge solo dopo aver costruita e completata la custodia.

Un'altra precauzione da prendere consiste nel togliere accuratamente la vernice nelle zone, lungo il telaio e lungo il pannello frontale, alle quali va fissata la schermatura. Questa precauzione è resa necessaria dal fatto che, per ottenere la massima attenuazione della irradiazione di segnali spurii, bisogna che il contatto fra la schermatura, il pannello e il telaio sia quanto migliore possibile e non presenti punti di discontinuità.

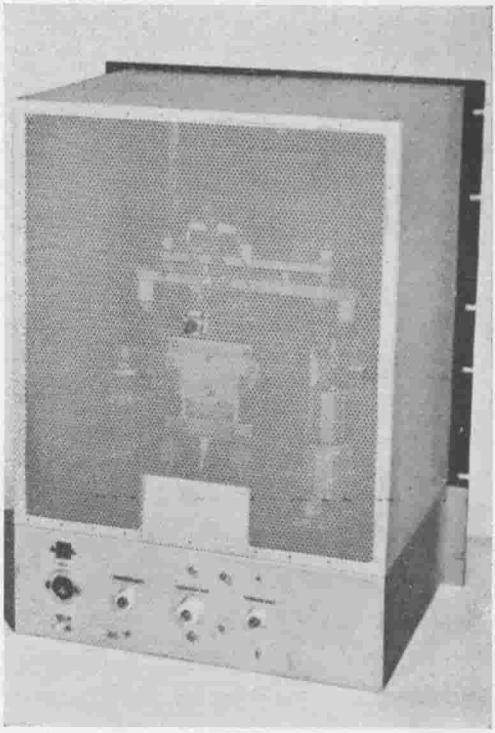


Figura 7.
SCHERMATURA CONTRO LE INTERFERENZE TELEVISIVE CON LISTELLI DI ALLUMINIO AD L E LASTRE DI ALLUMINIO FORATO

8-4 Finestre

Le finestre delle custodie schermanti possono essere chiuse molto semplicemente appoggiando sopra ad esse un pezzo di lamiera forata che poi, quando si vuole accedere all'interno dell'apparato, verrà asportata.

Le finestre sui pannelli verticali normalmente richiedono maggiore attenzione, se si vuole evitare che attraverso esse si abbiano fughe di energia a radiofrequenza a frequenza armonica a quella di lavoro. Queste fughe avvengono normalmente attraverso le fessure che inevitabilmente si hanno fra la finestra e il pannello metallico che la richiude.

Molti amplificatori, di quelli descritti nel Capitolo IV di questo libro sono previsti per essere montati sulle intelaiature per pannelli normalizzati.

Nei pannelli frontali di molti di questi apparati sono eseguite finestre per compiere, attraverso di esse, le varie operazioni di sostituzione di bobine e di messa a punto. Una volta eseguite tali operazioni, le finestre vanno chiuse, impiegando normalmente un pannello metallico in alluminio fo-

rato. I fori di questo pannello debbono avere un diametro tanto piccolo da non rendere possibili fughe a radiofrequenza di notevole entità.

Avverrà però sempre che fra il pannello metallico e il contorno della finestra vi siano fessure tali da generare notevoli interferenze televisive. Queste interferenze saranno trascurabili nelle località dove il campo televisivo è molto forte e quando la frequenza di lavoro del trasmettitore è relativamente bassa.

Nelle località invece in cui il campo televisivo è debole, può avvenire che attraverso le fessure sfuggano segnali a radiofrequenza tali da generare notevoli interferenze. È quindi necessario assicurare una completa chiusura fra il pannello che racchiude la finestra e la finestra stessa. Ciò può ottenersi impiegando opportuni accorgimenti.

Uno di questi consiste nel predisporre, tutt'intorno ai bordi della finestra, una striscia di materiale conduttore, ad esempio rame o bronzo fosforoso, che assicuri un contatto uniforme con il pannellino di chiusura. Questo rimedio è particolarmente utile quando il pannellino debba venire asportato o quando è del tipo ribaltabile.

Naturalmente la striscia di rame deve fare un ottimo contatto elettrico con la faccia interna del pannello frontale, per cui questa dovrà venire accuratamente pulita dalla vernice che la protegge. Evidentemente anche la parte interna del pannellino, e specialmente quella che deve toccare contro la striscia di rame, deve venire pulita dalla vernice.

Questo tipo di chiusura, visibile in Fig. 7, riduce a trascurabile livello la fuga di energia a radiofrequenza.

Ovviamente esistono molti altri sistemi per assicurare una efficiente chiusura delle custodie degli apparati.

8-5 Premessa sulla costruzione dei trasmettitori

La creazione di energia a radiofrequenza è sempre accompagnata da generazione di frequenze armoniche e da fuga di energia a radiofrequenza, a frequenza fondamentale od armonica, dall'apparato. Agli scopi pratici, la potenza a radiofrequenza può essere considerata come energia elettrica e come energia a radiofrequenza. Come energia elettrica, essa, per spostarsi, richiede l'esistenza di un conduttore mentre, come energia a radiofrequenza, essa viene irradiata dal generatore o da qualsiasi conduttore accoppiato al generatore.

A causa di questa sua duplice

caratteristica, non esiste un rimedio unico per entrambi i due tipi di propagazione dell'energia a radiofrequenza, ma occorre attuare due tipi di rimedi, che consistono nel filtrare i conduttori che escono da un generatore e nello schermare più completamente possibile il generatore stesso.

Col primo rimedio viene bloccata l'energia che altrimenti viaggerebbe sui conduttori che escono dall'apparato, mentre col secondo si evita l'irradiazione dell'energia a radiofrequenza. Mediante un opportuno dimensionamento tanto dei dispositivi di filtraggio quanto della schermatura, è possibile ridurre anche di 80 db l'energia a frequenza armonica che sfugge dagli apparati. Nella quasi totalità dei casi questa attenuazione è sufficiente ad eliminare gli inconvenienti causati dalla irradiazione di frequenze armoniche.

8-6 Pratica costruttiva

Piano di montaggio sul telaio

Il telaio deve essere anzitutto coperto con un foglio di carta che aderisca strettamente su tutti i lati fermandolo con nastro gommato. Ciò permette di tracciare tutte le linee di quote e i centri dei fori senza fare alcun segno sul telaio stesso. Si pongono su questo le parti da montare e, come giocando con esse una partita a scacchi, si tentano diverse disposizioni finchè tutti i collegamenti di placca e di griglia risultino della minima lunghezza possibile, i tubi siano fuori dai campi creati dalle bobine, le induttanze d'arresto a r.f. siano in posizione sicura, ecc. Occorre specialmente ricordarsi, quando si usa un telaio per la prima volta, che una buona sistemazione dei componenti può completare un buon progetto elettrico, ma che a quest'ultimo deve essere data la principale attenzione. Molto spesso le parti sono disposte per ottenere un pannello simmetrico, senza riguardo al lato funzionale.

Quando si è ottenuta una disposizione soddisfacente, si possono segnare i fori di montaggio. Lo stesso procedimento deve ora essere seguito per la parte inferiore, avendo cura di evitare interferenze fra le due parti (e cioè, ad esempio, che la punta delle viti di montaggio scenda nel mezzo di un condensatore a carta, o che il rotore di un condensatore variabile urti qualche parte nella rotazione ecc.). Segnati tutti i fori, si traccerà il loro centro sul telaio col punteruolo, attraverso la carta. Non si dimentichi di tracciare anche i fori per i collegamenti che debbono passare attraverso il telaio.

Per i trasformatori che hanno

le viti di fissaggio sulla base, si può segnare la posizione dei fori facendo pressione sulla carta col trasformatore stesso, e punzonando, per i centri, sul telaio come sopra.

Punzonatura Per eseguire i fori per gli zoccoli si può usare, o un tranciante per cerchi, o un punzone. Questo è di facile uso e richiede solo qualche precauzione. La spina di guida deve essere infilata nel foro praticato con esattezza; ciò accresce la precisione di montaggio dello zoccolo. Se ciò non ha grande importanza si può usare una punta da trapano di diametro maggiorato di 0,5÷1 mm rispetto a quello della spina. Alcuni punzoni possono funzionare senza foro di guida, ma questi rendono l'operazione più facile e precisa. La sola ulteriore precauzione consiste nell'assicurarsi che il pezzo sia ben allineato prima di colpire col martello. In mancanza di ciò il punzone può scivolare lateralmente quando si colpisce e così non solo curvare il telaio, ma anche asportare parte del maschio. Questo si evita facilmente verificando sempre che il pezzo da forare sia parallelo alle faccie del punzone, del maschio e della base. Quest'ultima può essere costituita da un'incudine, o da altro corpo pesante e solido.

Un tranciante tipo « Greenlee » esegue il foro attraverso il telaio per mezzo di una vite serrata mediante una chiave. Esso non dà inconvenienti ed opera con molta maggiore esattezza e semplicità. Il maschio del tranciante deve essere posto nella morsa col bordo tagliente verso l'alto e la femmina viene forzata contro il metallo mediante una chiave. Questi trancianti si possono avere nelle dimensioni adatte a tutti gli zoccoli per tubi ed anche nelle maggiori dimensioni per eseguire i fori per gli strumenti. Negli zoccoli octal essi richiedono un foro centrale di 10 mm per il passaggio del bullone.

Finestre per trasformatori La esecuzione delle aperture per trasformatori e bobine non è altrettanto semplice. Dopo aver tracciato le parti da tagliare si esegue, con punta di circa 6 mm, un foro internamente ad ogni angolo e tangente al profilo esterno dell'apertura. Si serra poi il pezzo nella morsa insieme ad un blocco di ghisa o acciaio e quindi con lo scalpello inserito in uno dei fori si taglia il metallo lungo un lato picchiando col martello, con colpi frequenti ma leggeri, in testa allo scalpello. Lo scalpello deve agire contro il blocco di ghisa come le due lame di un paio di forbici agiscono l'una contro l'altra. Si ripete l'operazione per gli altri lati

e si finisce il lavoro con una lima.

Un altro metodo consiste nel fare i fori agli angoli abbastanza grandi per potervi inserire la lama di una sega.

Per i pannelli di ferro piuttosto grosso e disponendo di un trapano elettrico si può usare il metodo di Fig. 8 che è il preferito.

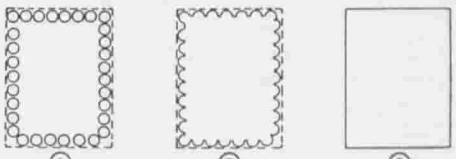


Figura 8.
COME SI ESEGUONO FORI RETTANGOLARI

Eliminazione delle bavature Usando il trapano, o il punzone, per eseguire fori, restano generalmente delle bavature. Vi sono tre semplici metodi per toglierle. Si può usare uno scalpello da ferro, disposto con la faccia inferiore parallela al piano del pezzo, colpendolo leggermente col martello. Si ottiene generalmente un lavoro ben finito anche con poca pratica.

Chi possa disporre di un accecatoio può pure eseguire un buon lavoro. Si può anche usare una fresa conica benchè essa smussi gli spigoli.

Il terzo metodo consiste nell'asportare le bavature con la lima, che dà un risultato soddisfacente benchè provochi brutte graffiature sulle superfici adiacenti.

Montaggio dei componenti Per il fissaggio su telaio di trasformatori, bobine e simili componenti si seguono generalmente due metodi. Il primo, che impiega bulloni con dado, è lento e la pratica delle fabbriche di usare viti autofilettanti si va diffondendo anche fra i dilettanti. Per il montaggio di piccoli componenti, come resistori e condensatori, è opportuno creare, per la maggior rigidità, dei punti di ancoraggio. Questi contribuiscono anche ad una migliore estetica dell'apparato.

Nei fori del telaio, attraverso cui debbono passare dei collegamenti, è opportuno mettere anelli di gomma di dimensioni adeguate che, oltre a migliorare l'aspetto del montaggio riducono la possibilità di corto-circuiti.

Saldatura Fare una saldatura solida e di bassa resistenza non significa soltanto lasciar cadere una goccia di stagno tra le due parti da unire e credere di averle così attaccate. Vi sono alcune regole precise che *occorre* osservare.

Tutte le parti da saldare debbono essere assolutamente pulite. Per pulire un filo, un capocorda, o qualsiasi altra cosa da saldare, occorre raschiare perfettamente

col temperino fino a mettere a nudo il metallo. Non è sufficiente fare alcune graffiature; occorre raschiare finchè le parti da saldare non sono lucenti.

Si deve fare una buona giunzione meccanica prima di applicare lo stagno. La saldatura ha principalmente lo scopo di assicurare un buon collegamento elettrico; la solidità meccanica deve essere ottenuta piegando l'estremità del filo a gancio ed avvolgendolo strettamente sull'altra parte, cosicchè esso sia ben saldo anche prima di applicare lo stagno.

La punta del saldatore deve essere ben stagnata. È impossibile rendere il pezzo abbastanza caldo per incorporare adeguatamente lo stagno se il saldatore è sporco. Per ricoprirlo di stagno occorre limarlo, a caldo, su un lato fino a scoprire la superficie metallica; vi si applica subito la lega con anima di resina finchè un sottile strato non scorre completamente sulla superficie scoperta; si ripete l'operazione per l'altro lato e infine, con un cencio pulito si toglie l'eccesso di stagno e di resina. Il saldatore deve essere pulito frequentemente durante il lavoro; ciò riduce la corrosione della punta.

La lega saldante deve essere applicata al pezzo e non alla punta del saldatore. La punta deve essere tenuta contro le parti da saldare finchè esse non si sono completamente riscaldate. Si applica allora lo stagno sulle parti, tenendovi sempre contro il saldatore finchè lo stagno non scorre facilmente e ricopre il pezzo. Se lo stagno si comporta come l'acqua su una superficie unta e forma delle gocce, ciò significa che il pezzo non è stato ben pulito.

La giunzione saldata deve essere tenuta perfettamente ferma finchè lo stagno non sia completamente solidificato. Se il pezzo viene mosso prima, si ha una cosiddetta saldatura « fredda ». Questo si può rilevare immediatamente perchè lo stagno acquista un aspetto « bianco » opaco, anzichè « argenteo » lucente. Tale giunzione avrebbe alta resistenza elettrica e potrebbe influire dannosamente sul circuito. Il rimedio è semplice: si riscalda ancora il giunto lasciandolo ben fermo durante la solidificazione dello stagno.

Tutto l'eccesso di flusso disossidante deve essere tolto quando il giunto è raffreddato se si usa una pasta disossidante. Occorre assicurarsi che essa non sia corrosiva ed usarla con lega in bacchette (senz'anima di resina).

Finitura Se l'apparato è costruito su un telaio verniciato (comunemente reperibile con vernice increspata nera o grigia), non è necessario nessun rivestimento protettivo a lavoro finito, purchè si sia avuto

cura di non graffiare, o rovinare le finiture, nell'eseguire fori, o nel montare i componenti. Tuttavia molti dilettanti preferiscono usare telai non verniciati, ma zincati, o cadmiati, essendo più semplice effettuare i collegamenti di massa. Un sottile strato di lacca « linoleum » trasparente può essere applicata su tutto il telaio, dopo aver completato il cablaggio, per ritardarne l'arrugginimento. Nelle località vicino al mare è bene laccare tutti i fori e tagli fatti sul telaio, anche se questo è verniciato, perchè la ruggine trova punti favorevoli di attacco dove la sega o il trapano hanno scoperto il metallo. Se si applica uno strato troppo grosso di lacca, esso tende a staccarsi. La lacca deve essere allungata con l'apposito diluente per consentire l'applicazione di uno strato sottile. Uno strato sottile aderisce a qualsiasi superficie metallica **pulita** che non sia troppo lucida.

Un'attraente finitura liscia, ma opaca, quasi vellutata, si può ottenere sull' alluminio mediante sabbiatura e successiva laccatura. Lo stesso aspetto si può ottenere immergendo l'alluminio in una soluzione di lisciva.

Vi sono anche, sul mercato, diverse marche di smalti neri lisciopachi che aderiscono bene ai metalli e di bella estetica. Le vernici increspanti ad essiccazione in aria danno talvolta buoni risultati, ma il trattamento di cottura è normalmente preferibile. La verniciatura increspata, se bene eseguita, ha grande durata e piace molto. Chi abiti in un centro importante trova facilmente chi vernicia a fuoco per conto di terzi con modica spesa. Una finitura molto attraente, specialmente adatta per pannelli, si ottiene spruzzando con vernice di alluminio, una verniciatura increspata. In qualsiasi operazione di ver-

Figura 9.

VITI: FILETTATURA SISTEMA METRICO MA

D mm	D_1 mm	Passo mm	Sez. nucleo mm^2	Carico kg
1	0,65	0,25	0,33	2
1,2	0,85	0,25	0,57	3,4
1,4	0,98	0,3	0,75	4,5
1.7	1,21	0,35	1,15	6,9
2	1,44	0,4	1,62	9,7
2,3	1,74	0,4	2,37	14
2,6	1,97	0,45	3,04	18
3	2,30	0,5	4,14	25
3,5	2,66	0,6	5,54	33
4	3,01	0,7	7,14	43
4,5	3,44	0,75	9,32	56
5	3,87	0,8	11,79	71
6	4,59	1	16,57	100
7	5,59	1	24,57	147
8	6,24	1,25	30,59	184
9	7,24	1,25	41,18	247
10	7,89	1,5	48,88	293
12	9,54	1,75	71,44	429
14	11,19	2	98,26	590
16	13,19	2	137	822
18	14,48	2,5	165	990
20	16,48	2,5	213	1.280
22	18,48	2,5	268	1.610
24	19,78	3	307	1.840
27	22,78	3	407	2.440
30	25,07	3,5	494	2.960

Note:
D è il diametro esterno
D_1 è il diametro del nucleo (interno)
Il carico di rottura si riferisce ad un $\sigma = 6$

niciatura, il pezzo deve essere accuratamente pulito da ogni traccia di grasso, o olio.

Per proteggere l'ottone dall'annerimento si lava dapprima accuratamente con acqua e potassa per togliere le ultime traccie di grasso; si risciacqua lungamente con acqua e si asciuga ed infine si vernicia con lacca trasparente. Nell'operazione di lavaggio occorre fare attenzione di non toccare con le mani nude o con qualsiasi cosa unta.

Avvolgimento delle bobine Le bobine per r.f. possono dividersi in due tipi: quelle con supporto e quelle « in aria ». Nessuno dei due offre particolari difficoltà costruttive. La Fig. 10 mostra il procedimento usato per avvolgere una bobina su un supporto. Se l'avvolgimento deve essere spaziato, ciò può essere fatto avvolgendo contemporaneamente uno spago, o un altro filo, di diametro corrispondente alla spaziatura, che viene poi tolto ad avvolgimento finito. Il procedimento usuale è di stringere un capo del filo in una morsa e di fissare l'altro al supporto; tenendo questo in mano lo si ruota lentamente in modo che il filo si avvolga restando sempre ben teso. Finito l'avvolgimento, se vi è possibilità che le spire si svolgano, si vernicia con cemento Duco tutta la bobina o solo quella parte in cui le spire possono allentarsi.

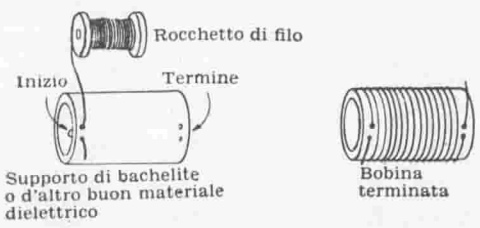


Figura 10.
COME SI AVVOLGE UNA BOBINA SU UN SUPPORTO ISOLANTE

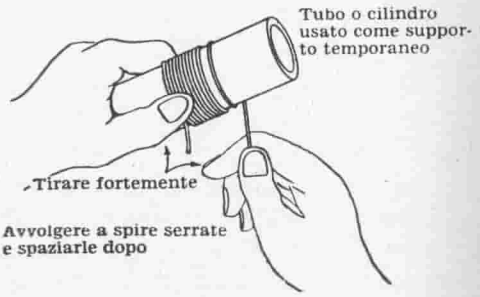


Figura 11.
COME SI AVVOLGE UNA BOBINA « IN ARIA »

Le bobine per frequenze altissime e ultra alte sono comunemente avvolte con grosso filo smaltato su un supporto, che viene poi tolto, come indica la Fig. 11. Se la bobina è lunga, o tende a deformarsi si possono cementare internamente alla bobina strisciette di polistirolo o simile materiale. Nello scegliere il diametro del supporto si deve tener conto della tendenza delle spire ad aprirsi elasticamente quando la bobina viene tolta dal supporto stesso.

Nelle bobine in aria di questo tipo la spaziatura fra le spire si attua, dopo averle tolte dal supporto, facendo scorrere a spirale da un estremo all'altro della bobina, una matita, il gambo di un cacciavite, o altro oggetto rotondo.

Bobine in aria con aspetto simile a quelle fabbricate commercialmente possono essere costruite usando una forma rotonda di legno che sia segata diagonalmente da un estremo all'altro. Striscie di materiale isolante vengono temporaneamente fissate su questo supporto e sopra le striscie viene avvolto il filo, con la voluta spaziatura fra le spire, e cementato ad esse. Dopo essiccato il cemento il mandrino tagliato a cunei può essere sfilato senza sforzo.

8-7 Disposizione del laboratorio

La superficie del laboratorio ha una importanza relativa. Quello che più influisce sul rendimento e sulla facilità con cui si può lavorare in un laboratorio è la disposizione che si dà alle varie apparecchiature.

Nella Fig. 12 è illustrato un laboratorio impiegante un'area di appena 9 m^2 (m 3×3), ricavata in un angolo di un garage.

Il tavolo del laboratorio è profondo 80 cm ed è costruito con quattro travi di legno da costruzione da 5×20 cm, che costituiscono le gambe del tavolo e che sostengono una intelaiatura di legno, fatta con listelli da 5×10 cm. Il piano del tavolo è coperto di « faesite » o « masonite ».

Gli spigoli sono protetti con un listello di alluminio ad L.

Sopra il piano del tavolo vi sono due scaffalature in legno, profonde 30 cm, sulle quali vanno appoggiati i vari strumenti di misura. Queste scaffalature sono sostenute lateralmente da tavole di legno che ne costituiscono così le fiancate.

Volendo, si può interporre fra le scaffalature e il muro della stanza un foglio di compensato o di faesite, che verrà fissato ai piani delle scaffalature mediante angolari metallici oppure verrà avvitato direttamente, mediante viti a legno.

Sulla tavola che costituisce la scaffalatura più in basso verrà fissato un listello contenente un certo numero di prese di corrente. Queste prese saranno disposte all'incirca ogni 15 cm.

Si consiglia di prevedere molte prese di corrente poichè accade frequentemente, specialmente quando si eseguono misure complicate, di avere bisogno di alimentare contemporaneamente molti apparati e l'eventuale mancanza di prese di corrente rende più complicata la esecuzione delle misure stesse. Un altro listello

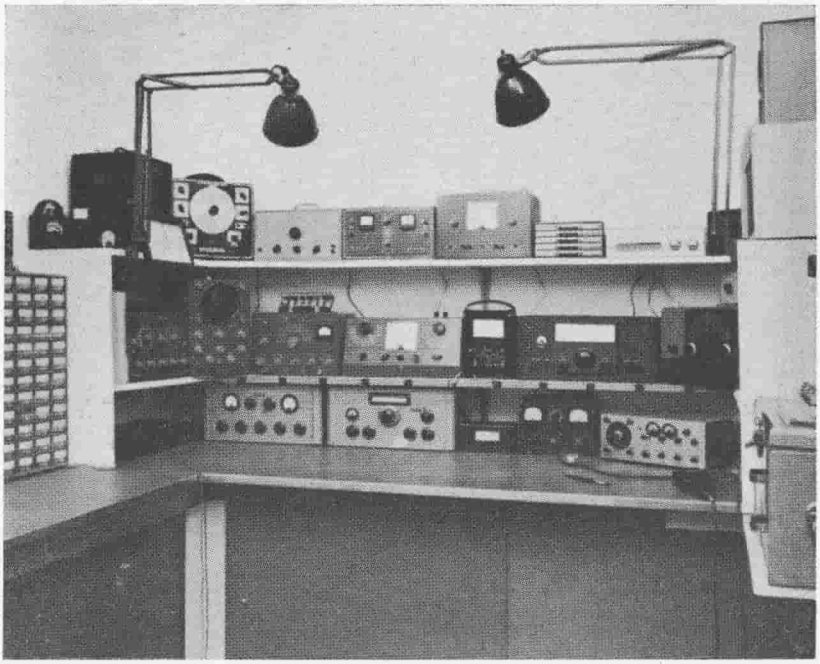


Figura 12.
UN LABORATORIO DISPOSTO BENE FACILITA IL LAVORO

Questo laboratorio è stato costruito in un angolo di un garage. Esso è dotato di tutto quanto occorre per eseguire i lavori nel campo dell'elettronica. Sui piani delle scaffalature montate sopra il tavolo vengono sistemati i vari strumenti di misura. Alcuni di essi sono posti direttamente sul piano del tavolo, ma in fondo. L'impiego di listelli con numerose prese di corrente riduce la confusione di cavi di alimentazione. In questa fotografia non è visibile la parte del tavolo riservata alla esecuzione di lavori di carattere meccanico.

con prese di corrente verrà posto in fondo al piano della prima scaffalatura.

Il listello delle prese di corrente posto davanti nel piano della prima scaffalatura verrà riservato prevalentemente all'alimentazione degli apparati da provare, mentre quello posto in fondo al piano stesso verrà riservato all'alimentazione degli strumenti di misura.

A sinistra dello scaffale verrà posto un armadietto con molti cassetti, nei quali verranno sistemati, suddivisi per valore o per tipo, i vari componenti (resistori, condensatori, viti, ecc.).

Sulla destra (visibile di fianco nella fotografia di Fig. 12) viene eseguito uno scaffale nel quale verranno posti schemi elettrici, tabelle con i dati dei trasformatori, libri di frequente consultazione, ecc.

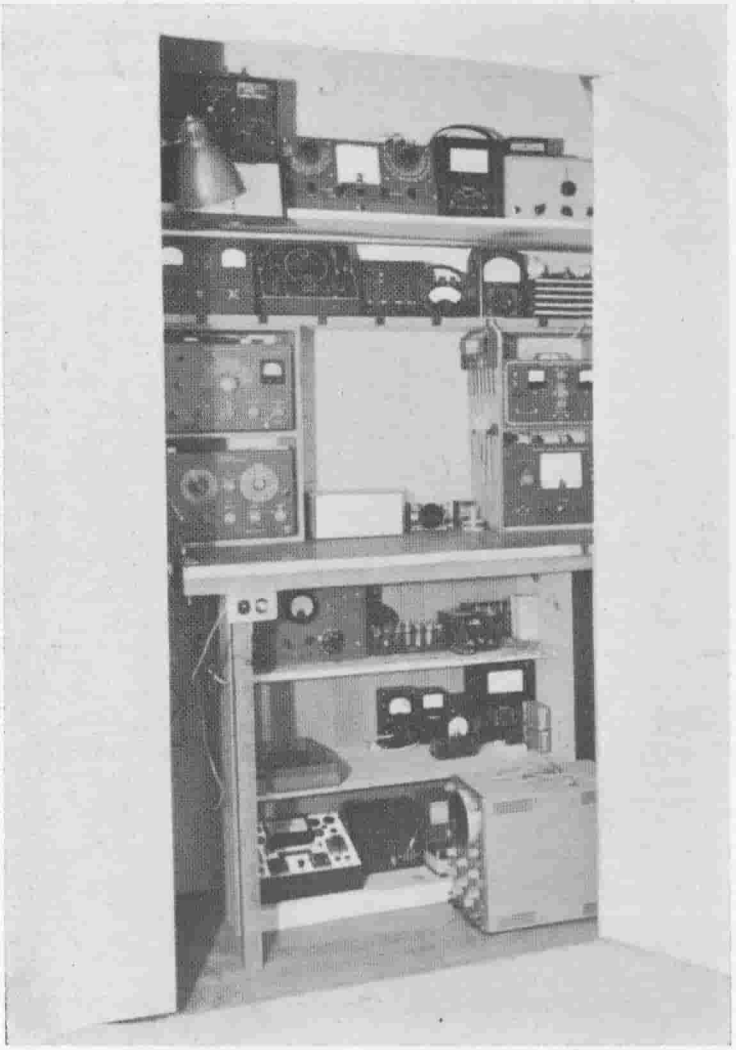


Figura 13.
UN LABORATORIO COMPLETO CONTENUTO IN UN ARMADIO A MURO

Mediante una oculata disposizione si può realizzare un completo laboratorio di elettronica dentro un armadio a muro. Il tavolo di lavoro è costituito da un piano di masonite sistemato sopra una piccola libreria da ufficio.

Sotto il piano del tavolo, ma non visibile nella fotografia di Fig. 12, vi sono due scaffalature, con piani di profondità tale da non dare fastidio alle gambe dell'operatore. In questi piani ver-

ranno disposti gli arnesi più pesanti necessari per eseguire lavori di carattere meccanico. Ivi verranno sistemati anche i componenti più pesanti (trasformatori, impedenze, ecc.) naturalmente in un comparto apposito, dove non possano essere danneggiati.

Sul pavimento verrà posto un cestello, nel quale verranno buttati trucioli, materiali inservibili, ecc.

Nella Fig. 13 è rappresentato un compatto ed efficiente laboratorio realizzato addirittura dentro un armadio a muro.

La lunghezza del tavolo è di m 1,20. Il piano del tavolo è costituito da una intelaiatura di listelli di legno da 10×15 cm, coperti da una robusta lastra di masonite, i cui bordi verranno protetti con angolare di alluminio.

La struttura di sostegno è costituita da una piccola libreria del tipo da ufficio, con scaffalatura a tre piani. Per assicurare una buona stabilità al tavolo, vengono aggiunte due piccole travi di legno, da cm 5×5, montate verticalmente verso il bordo anteriore del piano del tavolo.

Sul piano del tavolo vi è una piccola intelaiatura in legno, la quale sostiene due scaffalature sulle quali vanno appoggiati gli strumenti di misura. Sulla scaffalatura in basso verrà sistemato un listello con prese di corrente.

Questo laboratorio ha il vantaggio di poter essere chiuso quando non si deve lavorare e quindi di poter essere sottratto completamente alla vista.

Edizioni C. E. L. I.
BOLOGNA

PREZZO NETTO
L. 6.500

Pagina mancante